

**Direction des bibliothèques**

**AVIS**

Ce document a été numérisé par la Division de la gestion des documents et des archives de l'Université de Montréal.

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

**NOTICE**

This document was digitized by the Records Management & Archives Division of Université de Montréal.

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

## Notes au lecteur

1- Ce mémoire est rédigé en nouvelle orthographe, à l'exception du mot maîtrise. Les rectifications orthographiques de la «réforme de l'orthographe» éliminent entre autres : les accents circonflexes inutiles et les traits d'union superflus; elles régularisent le pluriel de nombreux mots composés; elles conforment la graphie de certains mots à la prononciation moderne; etc.

Ainsi, l'accent circonflexe tombe dans tous les cas où il n'entraîne aucune différence de prononciation ni ne permet de distinguer deux mots. C'est le cas de l'accent circonflexe sur «i» et «u» qui n'a aucun effet sur la prononciation. À titre d'exemple : cout, ilot, chaine, accroitre, naitre, apparaitre, entrainer ... perdent l'accent circonflexe.

2- L'emploi des abréviations (m, km, etc.) dans ce mémoire est conforme au guide publié par la FACULTÉ DES ÉTUDES SUPÉRIEURES de l'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL. Voir l'annexe VII du « Guide de présentation et d'évaluation des mémoires de maîtrise et des thèses de doctorat »

Université de Montréal

La monumentalité des ensembles architecturaux au site Las Mercedes : une étude  
volumétrique des couts énergétiques

Par

Eddy Lachapelle

Département d'anthropologie

Faculté des Arts et Sciences

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures  
en vue de l'obtention du grade de  
Maître ès Sciences (M.Sc.)  
en anthropologie

Avril 2008

© Eddy Lachapelle, 2008



**Identification du jury**

Université de Montréal  
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

**La monumentalité des ensembles architecturaux au site Las Mercedes : une étude  
volumétrique des couts énergétiques**

Présenté par :

**Eddy Lachapelle**

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

**Louise I. Paradis  
Claude Chapdelaine  
Brad Loewen**

## Sommaire

Cette recherche porte sur l'association corrélationnelle entre l'architecture monumentale et le mode d'organisation sociopolitique d'une société précolombienne qui s'est développée à Las Mercedes, situé sur le versant atlantique de la région centrale du Costa Rica, entre l'an 1000 et la période de contact avec les Espagnols. Cette période correspond à l'érection de structures architecturales d'envergure excédant les capacités d'une famille étendue ou d'un lignage, suggérant la participation d'une main-d'œuvre communale mobilisée à des fins de travaux publics.

Les sociétés qui ont occupé les basses terres de la côte des Caraïbes, à la période VI, se caractérisent par une occupation du paysage culturel regroupée, selon un plan directeur, autour d'une place centrale. Ce schème d'établissement compte une place centrale entourée d'enceintes murales, des édifices publics et des voies pavées atteignant jusqu'à sept mètres de largeur sur une distance de plus d'un kilomètre.

Le plan d'analyse comprend l'interprétation des données dans le cadre d'une société complexe de type chefferie ou à rang et la compilation d'un cout horaire de l'investissement pour la construction des aménagements architecturaux. Les analyses ont porté sur la quantité et le volume des matériaux à transporter, les distances à parcourir, les techniques de construction qui ont pu avoir été employées, les matériaux utilisés et leurs sources d'approvisionnement. Un cout standard a été établi pour chacune des opérations de construction regroupées en quatre catégories : l'approvisionnement, le transport, la construction et la préparation du terrain. Un cout moyen grossier, en l'absence de données précises, a été calculé pour la construction et l'érection d'un toit destiné à certaines structures architecturales.

Une méthode d'échantillonnage probabiliste a été privilégiée pour constituer un corpus sur l'un des principaux matériaux employés dans la construction, les galets de rivière. La précision de l'échantillonnage (erreur type) calculée pour chacun des échantillons des variables retenues pour analyse est généralement inférieure à 5 %

pour un seuil de confiance de 95 % ou deux écarts types. Les données analysées ont été obtenues pendant l'été 2005 dans le cadre d'un programme de fouilles en collaboration avec l'Université de Montréal et le Musée National du Costa Rica.

Les résultats de la recherche suggèrent la présence de différenciations sociales entre les occupants de Las Mercedes : une élite administrative concentrée autour d'une place centrale, à proximité d'une place publique, avec le reste de la population en périphérie. Nos résultats, exprimés en termes d'indice de richesse pour distinguer différents groupes sociaux de Las Mercedes, permettent de proposer l'existence d'une société hiérarchisée. Ces indices sont formulés sous la forme de rapports ou de coefficients entre les biens immobiliers représentés par des habitations domestiques.

### **Mots clés**

Archéologie, chefferie, architecture, énergie, société complexe.

## Abstract

This research focuses on the correlational association between monumental architecture and the type of sociopolitical organisation that developed at Las Mercedes, a precolombian community located on the Atlantic slope of central Costa Rica. The site was occupied between A.D. 1000 and the contact period that corresponds with the erection of large architectural structures. The scale of construction is believed to exceed the capacity of large families or lineages, suggesting the existence of group labour and the mobilization of communal force for public tasks.

Human settlements in the lowlands of the Caribbean coast during Period VI, are typically clustered around a central place. This settlement pattern includes a plaza surrounded by wall enclosures, public buildings and paved roads reaching up to seven meters in width and a length of more than one kilometre.

The thesis focuses on the interpretation of data from a complex chiefdom or ranked society. Analyses consider time costs and energy inputs for the construction of architectural installations. More specifically, analyses correlate the quantity and the volume of materials moved, the distances travelled, the techniques of construction employed, the materials used and their provenance. A standard cost value was established for each construction operation divided in four categories: supply, transport, construction and field preparation. A coarse average costs, in the absence of precise data available, were calculated for the construction and the erection of a roof for some specific architectural structures.

A probabilistic sampling method was favoured to analyse one of the main materials used in the construction process, river pebbles. The standard error ( sampling precision) of sample calculated on each variables retained for analysis is generally lower than 5% for a level of confidence of 95% or two standard deviations. Data presented in this thesis were obtained in the summer of 2005, during an excavation program that involved the Université de Montréal and the Museo Nacional de Costa Rica.

Research results suggests the presence of social differentiations among community members at Las Mercedes; administrative elites were concentrated around a central place, near a public plaza, with the remainder of the population on the periphery. Differences in wealth, based on material evidence from different domestic units, lend weight to the existence of hierarchical social differences. Expressed in terms of a wealth index, indices are formulated in terms of coefficients of relationships between domestic dwellings.

**Key words**

Archaeology, chiefdom, architecture, energy, complex society.

## Resumen

Esta investigación tiene por objeto reconocer la asociación y las correlaciones entre la arquitectura monumental y el tipo de organización sociopolítica de una sociedad que se desarrolló en sitio Las Mercedes, situado en la vertiente atlántica de la región central de Costa Rica, entre el año 1000 d.C. y el período de encuentro con los españoles. Este período corresponde a la edificación de estructuras arquitectónicas de gran envergadura que exceden las capacidades de una familia o de un linaje, lo cual sugiere la participación de trabajo comunal movilizado a efectos de la realización de obras públicas.

Las sociedades que ocuparon las tierras bajas de la costa del Caribe durante el período VI, se caracterizaron por una ocupación del paisaje cultural agrupada alrededor de una plaza central, basada según un plan director. Este diseño de establecimiento está compuesto por una plaza rodeada por recintos, edificios públicos y caminos empedrados que alcanzaban hasta siete metros de ancho y más de un kilómetro de longitud.

El plan de este estudio abarca la interpretación de los datos arquitectónicos en el marco de una sociedad compleja de tipo cacicazgo o sociedad de rango y la compilación sobre el costo por hora de la inversión en la construcción de los componentes arquitectónicos. Los análisis se centraron en la cantidad y el volumen de los materiales transportados, las distancias que debieron recorrerse, las técnicas de construcción que pudieron haber sido empleadas, los materiales utilizados y las fuentes de suministro. Se estableció un costo estándar para cada una de las operaciones de construcción agrupadas en cuatro categorías: el suministro, el transporte, la construcción y la preparación del terreno. Debido a la ausencia de datos precisos se calculó un costo medio aproximado para la construcción de un techo destinado a algunas estructuras arquitectónicas.

Se favoreció el método del muestreo probabilista para constituir nuestro corpus sobre uno de los principales materiales empleados en la construcción, los llamados cantos rodados de río. Nuestra precisión del muestreo o el error típico calculado para cada una de las muestras de las variables elegidas a efectos de análisis es generalmente inferior a 5% para un límite máximo de confianza de 95% o de desviación estándar. Estos datos se obtuvieron durante el verano 2005, en el marco de un programa de excavaciones en colaboración entre la Universidad de Montreal y el Museo Nacional de Costa Rica.

Los resultados preliminares de nuestro estudio sugieren la presencia de diferenciaciones sociales entre los residentes de Las Mercedes: una elite administrativa concentrada en torno a un espacio central cerca de una plaza pública, y el resto de la población en la periferia. Nuestros resultados permiten proponer la existencia de una sociedad jerarquizada, expresados en términos de índice de riqueza para distinguir distintos grupos sociales en el sitio Las Mercedes. Estos índices se formulan en forma de relaciones o coeficientes entre los bienes inmuebles representados por viviendas domésticas.

#### Palabras clave

Arqueología, cacicazgo, arquitectura, energía, sociedad compleja

## Table des matières

Identification du jury.....	ii
Sommaire.....	iii
Abstract.....	v
Resumen.....	vii
Table des matières.....	ix
Liste des tableaux.....	xii
Liste des figures.....	xiv
Remerciements.....	xvi
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 : Les sociétés complexes de types chefferie.....	4
1.1 L'archéologie préhistorique.....	4
1.2 Histoire culturelle (l'archéologie événementielle).....	4
1.3 L'évolution culturelle.....	6
1.4 Classification des sociétés dans une perspective évolutionniste.....	9
1.5 Organisation sociopolitique de type chefferie.....	11
1.6 Discussion et résumé.....	14
CHAPITRE 2 : La notion d'investissement énergétique et l'architecture monumentale.....	16
2.1 La notion d'investissement énergétique.....	17
2.2 Méthodes de conversion de l'énergie en investissement mesurable.....	20
2.3 Critique de la méthode énergétique.....	21
CHAPITRE 3 : Problématique et plan d'analyse.....	23
3.1 Méthodologie.....	26
CHAPITRE 4 : Le site Las Mercedes au Costa Rica.....	31
4.1 Historique des recherches.....	33
4.2 Description générale du site archéologique.....	37
4.3 Examen de sources écrites sur Las Mercedes et la « <i>Línea Vieja</i> ».....	38
4.3.1 Données historiques et ethnohistoriques.....	40
4.3.2 Données archéologiques.....	41

CHAPITRE 5 : Méthodes de sélection et description des données empiriques.....	49
5.1 Description des structures et du contexte de sélection des unités d'échantillonnage.....	51
CHAPITRE 6 : Analyse préliminaire des unités échantillonnées.....	61
6.1 Histogrammes sur les attributs et typologie morphologique.....	61
6.2 Analyse des variables quantitatives prélevées des unités d'échantillonnage	
6.2.1 Analyse des variables quantitatives du secteur « monticules ».....	63
6.2.2 Analyse des variables quantitatives du secteur « chaussées empierrées ».....	66
6.2.3 Analyse des variables quantitatives du secteur « enceintes ».....	68
6.3 Le coefficient de variation relative (CVR).....	71
CHAPITRE 7 : Conversion des activités de construction en devise énergétique.....	73
7.1 Matières premières.....	74
7.1.1 Source d'approvisionnement de galets.....	74
7.1.2 Source d'approvisionnement du remblai.....	76
7.1.3 Source d'approvisionnement d'argile.....	76
7.2 Détermination des couts de transport.....	77
7.3 Détermination des couts de sélection et d'excavation des matériaux.....	79
7.4 Couts de construction ou d'érection des structures.....	79
7.5 Couts de nivellement du terrain.....	81
7.6 Évaluation du volume des matières premières.....	83
7.7 L'investissement en main-d'œuvre pour la construction d'une superstructure.....	86
7.8 L'investissement énergétique de Las Mercedes .....	89
CHAPITRE 8 : Estimation de la population et de la durée des projets.....	95
8.1 Évaluation de la population de Las Mercedes.....	98
CHAPITRE 9 : Discussion et conclusion .....	102
BIBLIOGRAPHIE.....	112
ANNEXES	
Annexe I Détail sur des données utilisées dans les couts énergétiques.....	xviii

Annexe II	Compilation des altitudes.....	xxvi
Annexe III	Données volumétriques.....	xxxv
Annexe IV	Feuilles de cout par structure architecturale .....	xxxvii
Annexe V	Données quantitatives sur les galets échantillonnés.....	li
Annexe VI	Observation sur le terrain.....	lxi
	a) Classification morphologique des galets échantillonnés.....	lxii
	b) Instruments et méthodologie utilisés lors des mesures des attributs et du poids des galets échantillonnées.....	lxiii
	c) Instruments utilisés pour le calcul du volume et du poids de la terre et des moellons qui composent le remblai.....	lxiv
VITA.....		lxv

## Liste des tableaux

<b>Tableau I</b> Distribution des unités d'échantillonnage.....	60
<b>Tableau II</b> Analyse des variables de l'échantillon du secteur « monticules ».....	64
<b>Tableau III</b> Analyse des variables de l'échantillon du secteur « chaussées empier- rées ».....	67
<b>Tableau IV</b> Analyse des variables de l'échantillon du secteur « enceintes ».....	68
<b>Tableau V</b> Analyse révisée des variables de l'échantillon du secteur « enceintes ».	70
<b>Tableau VI</b> Analyse du coefficient de variabilité par secteur.....	71
<b>Tableau VII</b> Données quantitatives sur les matières premières.....	74
<b>Tableau VIII</b> Cout unitaire de transport des matières premières.....	78
<b>Tableau IX</b> Cout de sélection ou d'excavation des matériaux.....	79
<b>Tableau X</b> Cout unitaire pour l'érection de structures.....	80
<b>Tableau XI</b> Estimation du niveau des sols.....	82
<b>Tableau XII</b> Données sur le volume des matières premières.....	85
<b>Tableau XIII</b> Cout énergétique de structures architecturales de Las Mercedes.....	89
<b>Tableau XIV</b> Distribution des couts énergétiques de Las Mercedes.....	91

<b>Tableau XV</b> Comparaison de l'investissement énergétique intrasites .....	92
<b>Tableau XVI</b> Estimation du temps d'érection de structures architecturales.....	97
<b>Tableau XVII</b> Estimation de la population de Las Mercedes.....	99
<b>Tableau XVIII</b> Hiérarchie des structures architecturales.....	103

## Liste des figures

<b>Figure 4.1</b> Carte du Costa Rica.....	32
<b>Figure 4.2</b> Carte du versant Atlantique et la <i>Línea Vieja</i> .....	33
<b>Figure 4.3</b> Plan de l'architecture publique.....	35
<b>Figure 4.4</b> Las Mercedes et Pocora.....	35
<b>Figure 4.5</b> Plan de Las Mercedes en 1916-17.....	36
<b>Figure 4.6</b> Rail de transport des bananes toujours en fonction au Cost Rica.....	36
<b>Figure 4.7</b> Site archéologique de Las Mercedes.....	39
<b>Figure 4.8</b> Palenque photographié par Hartman lors d'un séjour au Costa Rica.....	39
<b>Figure 4.9</b> Sculpture de pierre par Hartman.....	42
<b>Figure 4.10</b> Pierres plates et oblongues provenant d'une sépulture.....	42
<b>Figure 4.11</b> Tombe en caisson ou ciste .....	46
<b>Figure 5.1</b> Chaussée empierrée, opération 7b.....	50
<b>Figure 5.2</b> Sentier utilisé par un rail pour le transport de bananes.....	50
<b>Figure 5.3</b> Structure détruite.....	53
<b>Figure 5.4</b> Structure partiellement conservée.....	53
<b>Figure 5.5</b> Structure R9.....	56
<b>Figure 5.6</b> Structures R2 et R3.....	56
<b>Figure 5.7</b> Structure R2.....	56
<b>Figure 5.8</b> Chaussée empierrée <i>pocora</i> sous la végétation.....	57
<b>Figure 5.9</b> La végétation recouvre entièrement la chaussée empierrée <i>pocora</i> .....	58
<b>Figure 5.10</b> Chaussée empierrée traversée par un cours d'eau.....	58
<b>Figure 5.11</b> Chaussée empierrée traversée par un cours d'eau .....	59
<b>Figure 6.1</b> Distribution selon une typologie morphologique.....	61

<b>Figure 6.2</b> Distribution des variables regroupée par secteur.....	62
<b>Figure 6.3</b> Dispersion de la variable « poids ».....	69
<b>Figure 6.4</b> Pierre plate située au sommet de la structure R1 .....	69
<b>Figure 7.1</b> Berges du rio Dos Novillos.....	75
<b>Figure 7.2</b> Morceau d'enduit <i>sochete</i> qui aurait recouvert les enceintes de la place centrale.....	77
<b>Figure 7.3</b> Plan topographique de la structure R9.....	82
<b>Figure 7.4</b> Plan topographique des structures R11 et R12.....	83
<b>Figure 7.5</b> Les enceintes murales R2, R3, R4, R6 et R7 et le monticule centralR1.	84
<b>Figure 7.6</b> Structures R2 et R3.....	86
<b>Figure 7.7</b> Photographie du monticule R1 datant de 1896.....	87
<b>Figure 7.8</b> Exemple d'un modèle d'un toit de palme.....	88
<b>Figure 7.9</b> Modèle d'un toit sans support central.....	88
<b>Figure 7.10</b> Reconstitution en 3D de Las Mercedes d'après les sources documentaires .....	93

## Remerciements

Ce projet de maîtrise fut à la fois exaltant et extrêmement exigeant physiquement. Merci à mon directeur de recherche, Claude Chapdelaine qui m'a permis d'entreprendre ce projet au Costa Rica. Ses commentaires ont été appréciés. Une reconnaissance particulière à David Chicoine et Victor Pimentel pour avoir révisé les sommaires anglais et espagnol.

La collecte de données sur le terrain a été facilitée grâce à l'apport « énergétique » des étudiants de l'Université de Montréal : Louis Fortin, Basile Sohet, François Pelletier, Marie-Michèle Roch, Élise Guillemet, Julie Beatrix, Caroline Morin, Émélie Filiatrault, Audrey Woods et Mathieu Gagnon pour la fabrication d'un filet utilisé pour le transport des galets et résistant à un poids excédant les 100 kg.

Au Costa Rica, l'aide apportée par George Maloof et Harry Massey Ramirez a été très appréciée. Un grand merci à Ricardo Vázquez Leiva, archéologue, pour sa disponibilité et sa générosité sur le terrain et lors d'échanges ultérieurs.

Je tiens à dédier cette réalisation à mes enfants, Annie, Martin et Jean-François.

Enfin, une reconnaissance toute spéciale à Chantal Rouse, mon associée en archéologie ainsi que dans la vie, qui a eu la patience de lire et relire mes brouillons, en plus de m'avoir accompagné sur le terrain, en 2005, au Costa Rica.

## **Introduction**

La conquête du Costa Rica par les Espagnols débuta vers la fin du XV<sup>e</sup> siècle. Les Espagnols rencontrèrent des populations indigènes organisées en sociétés présentant une grande variation en termes de groupes ethniques, de langues, de traditions et une économie de subsistance diversifiée (Lothrop 1926 : 35, 447 ; Stone 1977 : 165). Ils ont observé une grande diversité dans les formes d'organisation sociale, certaines démontrant une grande complexité. Notre recherche s'attardera à clarifier l'aspect sociopolitique de l'une de ces sociétés qui entra en contact avec les Espagnols au début du seizième siècle pour être conquise vers 1560 (Lothrop 1926 : XXVII).

Cette recherche archéologique, qui s'inscrit dans une perspective anthropologique, a pour but d'accroître nos connaissances sur l'histoire culturelle et documenter le mode d'organisation sociopolitique des populations préhistoriques qui ont occupé la région centrale du Costa Rica. Nous voulons comprendre la complexité culturelle de ces populations, dans une perspective d'évolution culturelle, à partir d'une reconstruction des investissements liés à la construction de monuments publics, avec comme objectif général de quantifier la dépense énergétique investie dans l'architecture monumentale et tenter d'identifier le type d'organisation sociale, politique, économique et idéologique qui a régi la population de Las Mercedes. Nous devons nous enquérir de la capacité technologique de ces groupes à mener à bien certains travaux d'une ampleur qui surpassent largement les capacités organisationnelles d'une maisonnée. Nous sommes intéressés à la nature des pouvoirs détenus par les dirigeants qui ont planifié, mobilisé et dirigé une main-d'œuvre importante pour la construction d'un centre cérémoniel comprenant une place centrale avec des structures architecturales et des voies pavées s'étirant sur plusieurs kilomètres.

Notre approche s'inscrit dans une perspective néo-évolutionniste axée sur l'organisation sociopolitique des sociétés pour tenter de préciser la nature et les caractéristiques d'une chefferie. En bref, la notion de chefferie s'applique ici à une société sédentaire ayant un système social hiérarchisé dirigé par une élite. Ce type

d'organisation coïncide avec l'émergence d'agglomérations avec leurs constructions monumentales et leurs centres cérémoniels. C'est aussi un système social où les ancêtres légitiment les droits de propriété et de succession des dirigeants. Cette organisation politique, de nature simple à complexe, est sous l'autorité d'un chef suprême avec des pouvoirs économiques, politiques et religieux. Il contrôle la production des denrées de subsistance et les échanges de biens exotiques, il peut amasser et disposer à sa guise des surplus accumulés, réquisitionner et mobiliser une main-d'œuvre pour financer divers travaux à caractère public (Earle 1987, 1991, 1997, 2001 ; Johnson et Earle 2000 : 272-273 ; Renfrew et Bahn 2000 : 191-192).

Nous espérons que nos analyses pourront contribuer à déterminer une valeur comptable de la main-d'œuvre mobilisée pour mener à terme un projet monumental, à mesurer l'importance relative du système sociopolitique et sa capacité à contrôler les ressources pour la construction d'éléments architecturaux de magnitude excédant largement les capacités d'une famille nucléaire, à documenter le degré du statut social des résidents de Las Mercedes, à valider le schème d'établissement d'un groupe culturel qui occupa la région de l'Atlantique à la période VI (Snarskis 2001 : 76) et enfin, dans une perspective élargie, à faciliter la compréhension de l'entité politique régionale de cette aire culturelle. La singularité de cette recherche réside dans l'utilisation de la méthode de l'échantillon probabiliste, avec une précision d'échantillonnage significative, pour caractériser un matériau employé dans la construction d'une catégorie de structures architecturales.

Le premier chapitre introduit la notion de société complexe après un survol de deux des principales écoles de pensée responsables, directement ou indirectement, de la théorie anthropologique, l'histoire culturelle et l'évolution culturelle. Le second chapitre présente la notion d'investissement énergétique et l'architecture monumentale. Le troisième chapitre traite de la problématique et du plan d'analyse formulé à l'aide de questions. Le chapitre quatre présente le site Las Mercedes : les sources documentaires, les fouilles et les données. Les chapitres cinq et six décrivent les méthodes d'échantillonnage employées dans la sélection des matières premières et présen-

tent l'analyse des résultats. Le chapitre sept évalue les diverses observations de terrain qui serviront à la conversion des activités de construction en devises énergétiques des structures architecturales et à suggérer l'existence d'une société hiérarchisée fondée sur le coefficient d'indice de richesse. Le chapitre huit aborde le temps consacré à la construction de structures architecturales fondée sur une estimation de la population de Las Mercedes. Nous complétons notre étude par une analyse globale de nos résultats avec une interprétation axée sur l'aspect social et le type de société qui a pu être en place à Las Mercedes.

## **Chapitre 1 : La société complexe de type chefferie**

À la fin du XX<sup>e</sup> siècle, deux tendances théoriques s'opposaient sur l'approche à favoriser pour expliquer le comportement des sociétés du passé, chacune proposant diverses méthodes pour rendre compte et interpréter les changements culturels à partir des vestiges mis au jour. Nous faisons référence à l'archéologie événementielle (Europe) ou de l'histoire culturelle (Nouveau Monde) et à l'archéologie anthropologique avec l'évolution culturelle (Willey et Sabloff 1980). Le présent chapitre traitera brièvement du parcours de ces écoles de pensée pour comprendre la notion de société complexe dans une perspective évolutionniste.

### **1.1 L'archéologie préhistorique**

Notre propos débute avec la raison d'être de l'archéologie préhistorique. Elle vise à reconstituer le passé des sociétés disparues à partir des vestiges matériels, par l'élaboration de modèles systémiques dérivés de l'écologie et de l'anthropologie et à proposer des hypothèses sur l'évolution de ces sociétés (Carneiro 2003 : 141 ; Paynter 1989 : 371). Son but est également de comprendre le comportement de l'être humain dans son milieu, l'organisation de l'espace, les institutions sociales et politiques des sociétés disparues. Elle cherche à identifier les phénomènes, les processus, les mécanismes conduisant aux changements économiques, sociaux ou politiques et tente d'expliquer ses choix. Bien que les archéologues, en général, s'entendent sur ces objectifs, ce n'est pas le cas pour le choix des méthodes et des théories à privilégier (Renfrew et Bahn 2000 : 13 ; Thomas 1989 : 649 ; Trigger 1989 : 295). L'histoire culturelle représente l'une d'elles.

### **1.2 Histoire culturelle (l'archéologie événementielle)**

À l'aube du XX<sup>e</sup> siècle, le travail des anthropologues consiste à identifier et à décrire les cultures des indiens d'Amérique en utilisant l'identité culturelle ethnique comme élément principal d'observation, de description et d'analyse (Sharer et

Ashmore 1993 : 65). Le cadre théorique de ces partisans de l'histoire culturelle repose sur les aspects normatifs de la culture et sur sa diffusion à l'aide de mécanismes liés à l'invention et au progrès technologique réalisé dans divers domaines tels l'agriculture, la métallurgie et l'architecture. Cette approche normative décrit de façon détaillée des espaces culturels préhistoriques et énumère les changements culturels survenus dans le temps (Kroeber 1948). La culture est ainsi vue par les tenants de cette école comme un ensemble de règles, d'idées, de valeurs et de croyances partagées par un groupe humain qui maintient et perpétue un comportement approprié à l'intérieur d'une société humaine. Les vestiges préhistoriques, témoins de ce passé, sont interprétés comme le résultat du partage de ces éléments (Flannery 1967 : 119).

Pour l'archéologue, l'analyse de ces témoins culturels permet de procéder à une définition de séquences chronologiques et d'une distribution culturelle géographique des sociétés responsables d'évènements qui se sont déroulés dans le passé. Toutefois l'archéologue nord américain a dû faire face à une réalité de taille, soit le manque de données historiques sur la période d'avant la conquête européenne du XVI<sup>e</sup> siècle au nouveau monde. Ainsi, durant la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle, les archéologues se concentrèrent sur les emplacements, les objets culturels et les chronologies à partir desquels ils tentèrent de reconstruire une séquence culturelle de la préhistoire américaine (Fagan 2000 : 43). Le chercheur a recours aux méthodes de la typologie et de la sériation des artefacts, pour classer le matériel culturel selon une séquence chronologique relative. Les critères retenus, aux fins de classification dans le temps, portent sur la variation de la technologie utilisée, tirée des industries du lithique, de la céramique et des métaux. Ces derniers représentent un indicateur significatif relatif aux changements culturels à l'intérieur des développements technologiques majeurs. La classification et la construction de chronologies régionales contribuent à la création de bases de données sur la construction d'une synthèse diachronique des changements culturels des sociétés disparues de l'Ancien et du Nouveau Monde (Castanzo 2002 : 1 ; Fagan 2000 : 40-43 ; Isbell et Silverman 2002 : 48).

La diffusion des traits sociaux ou culturels représente l'une des bases de l'école de l'histoire culturelle et correspond à un étalement spatial d'éléments culturels, sujet

à une acceptation avec ou sans transformation par la population réceptrice. Le postulat repose sur la diversité des traits sociaux d'origine résultant d'un événement unique, qui se produit une seule fois. Cette singularité culturelle est responsable de la plupart des innovations et des progrès révélés par l'histoire, par exemple la présence d'architectures monumentales sous forme de pyramides. Cet étalement ou diffusion peut être réalisé par migration, avec un mouvement d'un grand nombre de personnes ou des conquêtes militaires ou par le jeu du contact et de l'échange entre différents groupes sociaux. Il n'est pas requis que les populations voyagent ; les idées peuvent voyager, les normes d'une culture pouvant être transmises à d'autres groupes culturels, sur une longue distance. C'est ainsi que la pureté des traits culturels d'origine va se transformer en un caractère plus grossier et rudimentaire, ce qui explique la dégradation de la culture et sa diversification sous l'influence des situations variables rencontrées lors de leurs dispersions en périphérie (Sharer et Ashmore 1993 : 65-76 ; Willey et Sabloff 1980 : 83-129).

L'histoire culturelle a obtenu un franc succès dans sa quête de données contribuant à la construction de séquences culturelles d'un vaste territoire. L'utilisation d'une méthodologie descriptive et historique fut un apport important à l'anthropologie et jugé central dans les recherches des anthropologues. Toutefois, le reproche adressé aux tenants de l'école de l'histoire culturelle est qu'elle répond qu'à un seul des objectifs de l'archéologie, la description, au détriment de la reconstruction des modes de vie et du comportement des sociétés (Sharer et Ashmore 1993 : 67). On lui reproche également de réfuter la notion d'un processus culturel et de ne pas considérer les causes de changement. Le concept de diffusion ne peut expliquer tous les changements culturels, certaines civilisations ont exercé une influence, cependant plusieurs structures sociales analogues évoluèrent de façon autonome en totale isolation (Trigger 1989 : 205-206).

### **1.3 L'évolution culturelle**

La période de l'après-guerre coïncide avec la fin de la domination de l'histoire culturelle. La découverte d'une nouvelle méthode de datation de spécimens au radio-

carbone, par Libby à la fin des années 1940 (Sabloff et Ashmore 2001 : 13), devient un moyen complémentaire à la typologie et à la sériation. Il s'agit d'un outil scientifique moins sujet aux biais, qui procure une précision jamais atteinte auparavant sur la datation des vestiges. Des chercheurs intensifient leurs pressions sur le mouvement de l'histoire culturelle et proposent que l'évolution des sociétés humaines soit analysée comme un processus continu de changements adaptatifs se traduisant par un cheminement évolutif de l'organisation sociale des sociétés et empruntant une direction vers une complexité accrue (Carneiro 2003 : 169 ; Dunnell 1996 : 30-67 ; Trigger 1989 : 304).

L'approche de l'évolution culturelle n'est pas nouvelle ; au XIX<sup>e</sup> siècle, la communauté scientifique l'avait rejeté à cause de son déterminisme unilinéaire et surtout de l'absence de données pour démontrer sa praticabilité (Morgan 1877 ; Tylor 1903). Plusieurs facteurs peuvent avoir contribué à son regain de popularité auprès des anthropologues. Les études menées par Sahlins (1958) chez les populations de la Polynésie ont révélé une organisation sociopolitique de type chefferie. Cette société est dirigée par un chef avec des pouvoirs l'autorisant à jouer un rôle central dans l'accumulation et la redistribution de biens, en plus d'un accès à une main-d'œuvre importante qu'il peut affecter à de grands travaux communaux.

Un second facteur, qui semble avoir joué est attribué à l'approche multilinéaire de Steward qui suggère que le processus d'adaptation des sociétés aux conditions locales influe sur le comportement humain. Ainsi, les sociétés humaines vivant dans des environnements semblables résolvent le problème de l'adaptation de manière similaire. L'environnement physique est le principal agent de développement des méthodes d'adaptation et de l'invention de nouvelles technologies de subsistance par les sociétés humaines. Une nouvelle perspective néoévolutionniste venait de naître en opposition à l'histoire culturelle (Sanders et Price 1968 : 39 ; Steward 1955). Un troisième facteur pour expliquer cet intérêt pour l'évolution culturelle qui se veut une réponse aux critiques adressées à l'école de l'histoire culturelle, porte sur le traitement des données archéologiques (Trigger 1989 : 288, 289 ; White 1945 : 343, 347).

C'est dans ce contexte qu'apparaît, l'école de l'archéologie processuelle également appelée « *New Archaeology* » qui est concernée par le système culturel régissant les sociétés humaines en réponse à des contraintes écologiques avec comme résultat, l'objet culturel (Flannery 1967). Elle apparaît en Amérique et en Europe dans les années 1960 avec comme objectifs de comprendre et d'expliquer les changements culturels, notamment les modes de subsistance, les échanges et l'organisation sociale des sociétés (Binford 1962, 1965 ; Carneiro 2003 : 141 ; Oberg 1955 ; Trigger 1989 : 294-303). L'approche processuelle préconise une démarche scientifique pour reconstruire l'histoire et le mode de vie des cultures (Spencer 1997). Cette école suggère un mode de raisonnement « hypothéticodéductif » (Binford et Binford 1968 ; Fritz et Plog : 1970) pour expliquer les processus de l'évolution culturelle en préconisant l'utilisation des études ethnographiques, de plus en plus nombreuses, pour expliquer les changements culturels. Les données anthropologiques confrontées en termes de similarité et de différence avec le matériel archéologique contribueraient à établir un rapport de relation réciproque pour inférer le comportement humain des sociétés disparues. L'école néoévolutionniste et l'école processuelle représentent deux approches, qui sans être liées, sont essentielles, et l'une peut difficilement aller sans l'autre, pour expliquer le passé (Isbell et Silverman 2002 : IX-X ; Lyman et O'Brien 1998 : 624 ; Renfrew 1982).

Les sociétés ont-elles évolué selon une série de transformations, ou ont-elles avancé par le biais de processus d'emprunts culturels ? Les partisans du mouvement diffusionniste prônent que chaque culture est le fruit de contacts, qui se traduisent par le transfert de traits culturels par les voies de migration, d'imitation, d'acculturation et d'emprunts d'un groupe à un autre ; chaque trait culturel aurait une origine précise, unique et une histoire. Alors que le mouvement évolutionniste cible les contraintes de l'environnement physique et culturel comme étant responsables du comportement des sociétés, d'autres s'opposent à ces dogmes et préconisent que chaque trait culturel doit être considéré comme atypique (Boas 1902, 1920, 1924 ; Trigger 1989 : 152). Depuis Morgan (1877) jusqu'à aujourd'hui, les deux principales écoles de pensée

s'opposent sur la grande question des changements culturels ; toutefois, plusieurs auteurs sont d'opinion que l'archéologie américaine peut utiliser ces deux approches (Flannery 1967 ; Sanders et Price 1968 : 58).

En résumé, les recherches archéologiques et ethnographiques ont démontré des variations importantes dans l'organisation sociopolitique des sociétés préhistoriques. Les modèles culturels anthropologiques issues de l'évolution culturelle, la tradition historique et la diffusion ont joué un rôle déterminant pour expliquer les comportements sociaux, économiques et politiques des sociétés (Trigger 1989 : 398-399). Les deux grandes écoles de pensée — l'histoire culturelle et l'évolution culturelle — sont destinées à la complémentarité (Ferrero 2000 : 21 ; Willey 1953).

#### **1.4 Classification des sociétés dans une perspective évolutionniste**

L'une des questions d'intérêt pour l'archéologue est de comprendre l'organisation sociopolitique des sociétés. Comment expliquer que certaines sociétés ont pu atteindre un niveau d'une grande complexité généralement représentée par une somptuosité de l'architecture avec des pyramides, des temples qui aujourd'hui encore éblouissent l'être humain?

C'est face à ce genre de question que le courant anthropologique du milieu du XX<sup>e</sup> siècle, fondé sur des études ethnologiques, a voulu proposer diverses avenues qui permettraient de mieux saisir le ou les processus responsables du développement des sociétés. Plusieurs de ces études ont mis en valeur une succession d'étapes évolutives selon un continuum, où une organisation simple et égalitaire deviendra, avec le temps, une société hiérarchique d'une plus grande complexité sociale. L'institutionnalisation du pouvoir est désignée comme responsable des inégalités sociales identifiées dans les sociétés hiérarchisées étudiées (Earle 1997 : 6). Ces inégalités se traduisent par un accès restreint au pouvoir et aux ressources matérielles détenues par un groupe d'individus. Plusieurs auteurs proposent diverses typologies d'étapes évolutives pour expliquer l'organisation sociale, économique, politique et

idéologique des sociétés humaines du passé (Fried 1967 ; Morgan 1877 ; Oberg 1955 ; Service 1962 ; Willey et Phillips 1958).

Une étape de développement comprend un nombre de traits culturels particuliers, identifiés et retenus par les chercheurs selon des critères à caractère économique, sociologique et politique. Il est alors possible de comparer l'organisation sociopolitique de sociétés semblables tout en faisant abstraction du temps et de l'espace. Ainsi, Service (1962) propose une typologie comprenant quatre étapes : la bande, la tribu, la chefferie et l'État. Fried (1967) suggère une typologie à trois étapes : la société égalitaire, à rang et stratifiée. Néanmoins, les archéologues s'entendent sur l'utilisation de celui de chefferie comme équivalent d'une société à rang, pour identifier et expliquer les changements culturels et le développement de ce niveau de société (Carneiro 2003 : 138 ; Parker 2005 : 74 ; Renfrew 1984 : 228).

Les modèles sur les schèmes d'organisation sociale proposés par Fried (1967), Service (1962) et Steward (1955) réfèrent à une solution adaptative, fluctuant selon l'environnement culturel et physique des sociétés. Cette adaptation se traduit en étapes d'une grande flexibilité et variables dans le temps (Oberg : 1958 ; Sahlins et Service : 1960). Ainsi, certaines sociétés sont demeurées à l'étape de chasseurs-cueilleurs, d'autres ont adopté l'agriculture et un mode de vie sédentaire, alors que certaines sociétés ont atteint une étape d'une grande complexité sociale. La société complexe se distingue de la société égalitaire par la présence de segments sociaux, une élite hiérarchisée, un pouvoir centralisé et un chef nommé d'office ou héréditaire. La société complexe comprend les sociétés à chefferie ou à rang et l'État ou la société stratifiée (Service 1962 : 143 ; 1993 : 131 ; Trigger 1989 : 397).

Aux fins de notre recherche, nous nous attarderons à l'étape de chefferie, une notion qui demeure pertinente et que les archéologues favorisent comme moyen de conceptualisation des sociétés complexes n'ayant pas l'ampleur — la spécialisation, l'intégration sociale et la stratification hiérarchique qui caractérisent un État

(Carneiro 2003 : 139 ; Earle 1987 : 288 ; Hoopes 2005 ; Liu 1996 : 238 ; Renfrew 1984 : 203 ; Sahlins 1961 : 7 ; Stein 1998 : 8).

### **1.5 Organisation sociopolitique de type chefferie**

Selon la théorie anthropologique, la chefferie succède à une organisation socio-politique de type « simple », représentée par la tribu dont l'organisation sociale est basée sur les clans ou des lignages. Elle est dirigée par un chef qui a autorité sur plusieurs groupes, villages ou communautés (Muller 2000 : 138-139). Earle (1987 : 288) définit ce type de société « ... *as regionally organized societies with a centralized decision-making hierarchy coordinating activities among several village communities ...* ». Pour Carneiro (1981: 45) « ... *A chiefdom is an autonomous political unit comprising a number of villages or communities under the permanent control of a paramount chief ...* ». Les activités économiques, sociales et idéologiques gravitent autour du chef, qui utilise ses pouvoirs à la planification, l'organisation et la mobilisation d'une partie de la population à des travaux publics. Cette appropriation de main-d'oeuvre est déployée à diverses activités liées à la production et à la distribution de biens de subsistance et exotiques, à la guerre, à des rituels et à des travaux publics (Flanagan 1988 : 247 ; Service 1975 : 4 ; 1993 : 131).

La vision traditionnelle de la chefferie qui correspond à une société sous l'autorité du chef contribue vigoureusement au maintien et à la consolidation d'un cadre hiérarchique où la position du rang ou statut social occupée est associée, à divers degrés, à la redistribution des surplus. Un système, sous la responsabilité de l'élite, qui favorise son enrichissement, crée des inégalités et contribue à maintenir son autorité sur la population (Earle 1987 : 292, 1991 : 71 ; Fried 1967 : 117 ; MacNeish 1981 : 150 ; Sanders et Price 1968 : 43-44 ; Service 1962 : 143 ; 1975: 91 ; 1993 : 133). Une partie des surplus, obtenue sous forme de tribut, servira à financer les raids, les guerres, les rituels religieux et l'érection de monuments architecturaux. De fait, ce système de redistribution est un mode de taxation avec un contrôle sur la

circulation de produits de luxe ou de prestige, sous l'autorité de l'élite dirigeante (Johnson et Earle 2000 : 283 ; Trigger 1989 : 397, 1993 : 83).

Toutefois, ce système de redistribution, en tant que de facteur prépondérant de la chefferie, ne fait pas consensus parmi les auteurs. Certains proposent que ce soit davantage les dépenses considérables engendrées pour le maintien d'une élite administrative centralisée, lieu du centre de décision<sup>1</sup>, qui soient vues comme étant responsables de la mobilisation des surplus de production (Carneiro 1981 : 58-61 ; Flannery 1972 : 405-407, 425-6 ; Liu 1996 : 238 ; Spencer 1987 : 369-370, 377). D'autres suggèrent que les échanges entre les sociétés, les alliances et les guerres favorisent la sélection d'une forme d'organisation de chefferie (Peeble et Kus 1977 : 421, 443). La guerre est invoquée, en particulier, dans une perspective de circonscription environnementale comme le mécanisme qui sous-tend le développement de la chefferie (Carneiro 1981 : 63-65 ; 2003 : 208).

L'organisation sociopolitique d'une chefferie minimale « simple » présente une hiérarchie à deux niveaux : le chef avec son élite administrative et le reste de la population (Earle 1987 : 288 ; Steponaitis 1991 : 226-227). La structure sociale d'une chefferie existe dans une variété de modèles spécifiques de schème d'établissement. Certains auteurs proposent le modèle de chefferie polynésienne de Sahlins (1958), avec la présence d'un centre cérémoniel, d'une enceinte civique et un nombre restreint de résidences composées d'individus du même lignage que le chef, alors que les autres lignages seraient répartis à travers la campagne dans de plus petits établissements. Un autre modèle comprend une chefferie abritant une population entière dans un seul grand centre d'établissement (Johnson et Earle 2000 : 265-303 ; Kaplan 1963 : 400 ; Peeble et Kus 1977 : 422-423 ; Renfrew 1984 : 203-229 ; Sanders et Price 1968 : 116 ; Service 1962 : 150 ; 1975 : 78-96).

Selon le modèle anthropologique, l'archéologue doit définir le caractère des données matérielles qui serviront d'indices pour inférer l'existence d'une société de

---

<sup>1</sup> Traduction de l'anglais *decision-making*

type chefferie. L'habitat, les parures, le mobilier funéraire et le mode d'enterrement sont autant d'empreintes qui puissent contribuer à la détermination de la taille, le degré et la nature des différenciations internes d'une société préhistorique. Toutefois, les auteurs restent partagés sur cette approche, car même le chef d'un village autonome peut parfois être suffisamment honoré ou riche pour être enterré avec sensiblement plus d'offrandes que n'importe qui d'autre. De plus, comment déterminer la quantité d'offrandes requise pour distinguer un enterrement d'un individu à la tête d'une chefferie et celui d'un « big man »? L'habitat demeure un indice fiable, avec ses constructions monumentales matérialisées sous les formes de monticules, de pyramides et de temples, témoins de l'exécution de travaux publics planifiés et organisés sous le contrôle d'une administration centralisée (Carneiro 1981 : 53 ; Peeble et Kus 1977 : 431-433 ; Sanders et Price 1968 : 52 ;).

La présence d'architecture monumentale est un indice déterminant du caractère complexe de ce type de société. Généralement située au centre d'un habitat, cette catégorie d'architecture siège autour d'une place publique avec un centre cérémoniel et des structures destinées à l'entreposage de biens sous le contrôle du chef, ainsi que sa résidence. La résidence du chef, semblable aux autres habitations, peut être plus spacieuse et se situe généralement aux abords de la place centrale où se déroulent les activités de la communauté. Par contre, d'autres sites d'habitations n'ont aucune place centrale, à l'exception d'une aire pour certaines activités de groupe. Ces établissements secondaires sont généralement dirigés par un chef chargé de l'administration quotidienne sous l'autorité du chef suprême (Carneiro 1981 : 53 ; Earle 1987 : 290 ; 1991 : 87 ; Johnson et Earle 2000 : 288, 289 ; Trigger 1990).

La distribution des sites d'habitations et de l'architecture publique à travers le paysage culturel traduit le système sociopolitique en place (DeMarrais et Earle 1996 : 19 ; Kaplan 1963 : 406). Plusieurs auteurs suggèrent de procéder à une hiérarchisation de la fréquence des schèmes d'établissements contemporains pour inférer l'existence d'une chefferie. Cette méthode fournit un indicateur différentiel du rang occupé par un certain nombre d'agglomérations contemporaines, situées à l'intérieur d'un

secteur géographique circonscrit. La taille de la communauté, la concentration des entrepôts, le plan d'organisation du paysage culturel, la variation interne de l'habitat et la fonction des secteurs et des structures sont des indices particulièrement pertinents lors d'une étude portant sur la hiérarchisation des sites de la région (Earle 1997 : 156 ; DeMarrais, Castillo et Earle 1996 : 19 ; Johnson et Earle 2000 : 257). De plus, l'organisation politique de type chefferie comprend une « capitale » (Carneiro 1981 : 54 ; Renfrew 1984 : 55) qui tend à être sensiblement plus grande que n'importe quel autre site d'habitation et qui englobe des villages satellites. Ainsi, en procédant à une hiérarchisation des sites d'établissement, les espaces publics et les commodités cérémonielles apparaissent généralement d'abord dans les centres régionaux, où ils symbolisent le centre du pouvoir, représentant le monopole de l'élite sur les activités civiques cérémonielles. Ces indices peuvent permettre d'inférer l'existence d'une société dans laquelle le rang social est un facteur important d'un système social relativement complexe incluant un certain nombre de communautés (Anschuetz et al. 2001 : 177 ; Carneiro 1981 : 54 ; Earle 1987 : 289 ; 1991 : 85 ; Peebles et Kus 1977 : 432 ; Sanders et Price 1968 : 53-57).

Il peut s'avérer problématique de distinguer une grande chefferie, d'une organisation étatique « simple », tirée d'indices provenant de vestiges archéologiques. Selon la théorie anthropologique, plusieurs différences sont plutôt quantitatives que qualitatives et se retrouvent essentiellement dans la distinction du rang social et de la stratification des classes. La distinction entre ces deux étapes de société, quoique simple en théorie, peut devenir extrêmement difficile à inférer à l'aide de données archéologiques (Carneiro 2003 : 154 ; Earle 1987 : 288 ; Keegan, Maclachlan et Byrne 1998 : 218 ; Sanders et Price 1968 : 115).

## **1.6 Discussion et résumé**

Les limitations inhérentes à une typologie suscitent la critique et les modèles sur l'évolution culturelle de Service (1962) et de Fried (1967) n'y échappent pas (Creamer et Haas 1985 : 738 ; Haas 1982 : 11-13 ; 2001 : 9-13 ; Steponaitis 1981 : 320-321). Le caractère unilinéaire des étapes sur le développement des organisations

culturelles est souvent dénoncé (Jones et Kautz 1981 : 19-20). Aussi, les archéologues n'hésitent pas à modifier et adapter ce schème unilinéaire au modèle de Steward (1955) sur la notion d'évolution multilinéaire, base du mouvement néoévolutionniste (Sahlins 1997 ; Sanders et Webster 1978 : 249-302). Le concept de redistribution proposé par Service (1962 : 144) comme étant un élément déterminant de l'étape de chefferie fait l'objet de critiques. Il est approprié de s'interroger sur la pertinence d'utiliser la chefferie, objet de notre étude, comme modèle anthropologique de l'évolution culturelle. De nombreux auteurs critiquent la pertinence de l'utilisation du concept de chefferie (Stein 1998 : 7 ; Upham 1987 : 345-367). Hoopes (2005 : 9, 16), sans rejeter le concept de chefferie, suggère l'existence de réseaux de prêtres ou de chamans avec une autorité cléricale sans pouvoir politique, pour expliquer les changements sociaux de l'Aire Intermédiaire. Toutefois, plusieurs anthropologues et archéologues continuent d'accepter le type chefferie comme une étape de l'évolution culturelle — un concept toujours d'actualité. Ils soutiennent que la typologie de chefferie permet de définir et de comparer plusieurs sociétés avec une organisation et une ampleur similaires (Earle 1987 : 280-281 ; DeMarrais 2005 : 191 ; Liu 1996 : 238 ; Redmond 1998 ; Trigger 1993 : 84). La chefferie serait fondamentale pour les scientifiques aux fins de comparaison interculturelle. Pour terminer, les auteurs Feinman et Neitzel (1984 : 78) résument peut-être la pensée de plusieurs archéologues sur le sujet « *Many archaeologists have recognized that these modes (evolutionary types) do not account for the considerable variability observed in prehistoric middle-range societies...* ». Toutefois, ils ajoutent « *Yet given the continuous and complex nature of societal variability, further refinement of the typological approach would seem to have at best limited utility* ».

Carneiro (2003 : 139) prétend que les étapes de Service ont fortement influencé les archéologues et demeurent un modèle standard de référence. En dernière analyse, cette classification nous apparaît toujours pertinente pour répondre à notre objectif général, soit l'interprétation des traces visibles de la présence d'une société complexe. Ce qui n'élimine pas que l'on puisse apporter des modifications lorsqu'elles seront jugées nécessaires (Sanders et Price 1968 : 39).

## **Chapitre 2 : La notion d'investissement énergétique et l'architecture monumentale**

Nous avons mentionné que l'architecture monumentale est reconnue par les archéologues comme l'un des principaux éléments à privilégier dans les analyses pour comprendre l'organisation sociopolitique des sociétés préhistoriques. Le terme utilisé ici réfère à toute construction humaine requérant des investissements énergétiques en main-d'œuvre sensiblement plus importants pour ce type de construction que les structures dites domestiques quotidiennes associées à la maisonnée ou à la famille nucléaire. L'architecture monumentale utilise un espace plus vaste que toutes autres constructions et comprend des caractéristiques décoratives et fonctionnelles qui lui sont propres, qui la distinguent des constructions dites non monumentales. Ce type de travaux publics à grande échelle requiert l'existence de surplus faisant appel à la mobilisation d'une importante main-d'œuvre sous l'égide d'une autorité administrative, hiérarchique et centralisée, ayant une capacité technologique et organisationnelle de pourvoir aux besoins des travailleurs, des artisans et des administrateurs engagés dans ces travaux. Cependant, il serait imprudent d'affirmer que la présence d'une architecture monumentale soit exclusivement associée à un type de société « complexe », sans avoir, au préalable, procédé à des études plus approfondies (Dillehay 1990 : 239-240 ; Kaplan 1963 : 406 ; Kolb 1991 : 9-16 ; Quilter et Vargas 1995 : 209 ; Renfrew 1973 ; Service 1965 : 278 ; 1993 : 132 ; Thomas 1989 : 506-507).

En théorie, il est possible, pour une société de type « égalitaire », de construire des monuments substantiels sur une longue période avec une fraction du surplus de la main-d'œuvre locale. Il ne faut pas exclure que de petits groupes puissent produire, sur une longue période de temps, la même quantité d'investissement qu'un groupe beaucoup plus important sur une période plus courte. Aussi, la détermination du nombre d'épisodes de construction d'un monument public doit être considérée avant d'évaluer la taille de la main-d'œuvre mobilisée pour ces grands travaux (Earle 1987 : 290).

L'architecture monumentale demeure l'un des moyens d'expression pour propager les idées, les valeurs, l'histoire, le pouvoir, les mythes, etc., sous la forme d'une réalité physique. Les vestiges d'une grande architecture attisent l'imagination ; aucune autre catégorie matérielle ne témoigne mieux de la présence d'institutions, en plus d'être porteuse d'information à caractère culturel, esthétique et de symboles politiques. Les monuments peuvent être visibles à une importante population répartie sur un vaste espace géographique, facilitant, ainsi, l'endoctrinement et le contrôle de la population. Ils permettent de domestiquer les territoires inutilisés et de symboliser l'appropriation de l'espace, l'organisation et la matérialisation des rapports sociaux et des frontières. Toutefois, l'aspect disproportionné des monuments ne reflète pas nécessairement une image fidèle du pouvoir réel, mais demeure un excellent moyen utilisé par une élite désirant projeter un message sur la nature et la portée de ses pouvoirs (Abrams and Bolland 1999 : 263-264 ; Couture 2002 : 1-18 ; DeMarrais, Castillo et Earle 1996 : 17-18 ; Kolb 1991 : 6-7 ; Webster et Kirker 1995 : 363, 384).

Comment peuvent être caractérisés les systèmes sociopolitiques qui ont construit de telles structures monumentales ? En fait, l'architecture monumentale semble être fonctionnellement compatible avec une gamme variée de niveaux sociopolitiques d'intégration, telles que les sociétés étatiques, mais également avec un niveau d'intégration de type chefferie. Ce type d'architecture constitue une expression de puissance dans un contexte de compétition entre les élites. Ces derniers devront probablement investir dans des formes d'architecture monumentale, plus imposantes, dès le début de leur accession au pouvoir ou durant une période d'instabilité, démontrant ainsi leur capacité à exercer leur autorité (Kaplan 1963 : 403-406 ; Trigger 1990 : 127-128).

## **2.1 La notion d'investissement énergétique**

Il a déjà été établi que le pouvoir est perçu comme la capacité d'exploiter et de contrôler l'énergie humaine ; l'architecture monumentale incarne une expression universelle de ce pouvoir. Le pouvoir détenu par l'élite lui confère l'autorité pour obliger des personnes à faire ce qui est jugé impératif pour la communauté. Ainsi,

l'architecture publique sous la forme de centre cérémoniel indiquerait la présence d'un centre décisionnel et d'un système d'organisation du niveau minimal d'une chefferie. Puisque l'intensité du travail et la complexité de l'organisation que nécessitent ce type d'architecture, dépassent la capacité de production d'une famille nucléaire, d'un lignage, d'un clan et possiblement d'un village, seules les sociétés avec un niveau d'autorité centralisé auraient accès à une main-d'œuvre qui peut correspondre à une forme de taxation. Il existerait une corrélation étroite entre la taille des centres civiques et la taille des populations de support. Ainsi, tout dirigeant, face à une compétition des groupes environnants, se doit d'investir dans des activités qui puissent contribuer à maintenir et agrandir la société sous son contrôle, faute de quoi, le prix à payer pourrait être sa disparition (Kolb 1991 : 6-7 ; Trigger 1990 : 125).

L'analogie ethnologique de la notion d'investissement énergétique est la suivante : si le pouvoir sociopolitique est défini en partie par l'accès différentiel à une forme de taxation matérialisée par une main-d'œuvre, alors la capacité pour une élite d'accéder à un grand nombre de personnes pour la construction de monuments est une conséquence directe de ce pouvoir différentiel (Abrams and Bolland 1999 : 268). En d'autres termes, plus un leader est capable de réunir une importante force de travail, plus il est en mesure d'afficher sa puissance. La disponibilité d'une importante quantité de main-d'œuvre, en particulier avec une technologie néolithique, est d'importance capitale. En théorie, si un chef est apprécié pour ses capacités d'organisation et de mobilisation, alors la réalisation d'un projet architectural mené à terme peut servir d'indicateur fiable de l'autorité et du pouvoir du chef. Ainsi, les bâtiments civiques et les places centrales sont construits par des sociétés qui s'attendent à les employer pendant une période de temps raisonnable. Il est plus complexe d'inférer la présence de rang dans une société en l'absence d'architecture non résidentielle. La variation dans la nature et la qualité de la construction sont précisément des indices de l'inégalité sociale (Sanders et Price 1968 : 57 ; Wason 1994 : 146).

L'investissement énergétique correspond à la conversion d'une source d'énergie en une devise matérielle utilisée comme unité de mesure d'activités liées, aux fins de notre recherche, au domaine de la construction. Le postulat est que tout objet de nature culturelle est le résultat d'un influx d'énergie humaine. Il s'agit d'un comportement culturel qui est convertible selon une méthode facilement quantifiable. La notion d'investissement énergétique s'inspire de l'archéologie expérimentale et fournit les moyens par lesquels les structures architecturales sont transformées en temps de travail. C'est une méthode où les bâtiments sont convertis en éléments de dépenses établies selon une formule qui reflète le coût des matériaux inclus dans chacune des activités de construction. Ces données sont tirées d'expériences ou d'observations de terrain, d'activités de construction, avec une modélisation du volume des matériaux requis provenant de simulations de certaines tâches spécifiques. Plusieurs variables tels que les matériaux, la finition et la qualité des structures sont généralement associés à un investissement énergétique. La mesure de la dépense énergétique est l'élément le plus direct et objectif pour inférer un statut lié à la variable « qualité » (Abrams 1984 : 88 ; Price 1982 : 718-719 ; Wason 1994 : 143).

Pourquoi privilégier cette approche ? La raison principale est que la méthode de l'investissement énergétique représente le meilleur moyen accessible à l'archéologue, à partir de structures existantes, pour produire diverses inférences sur le comportement humain — l'un des objectifs de l'archéologie. Ce mode de reconstitution est conforme à l'approche anthropologique associant la dépense d'énergie et la complexité sociale dans un contexte d'évolution culturelle (Abrams et Bolland 1999 : 267). Aussi, l'idée centrale de cette approche sous-entend que les dépenses en énergie comprises dans l'architecture se corrélaient positivement avec la complexité hiérarchique du système politique, une expression de cette complexité étant l'établissement d'une position de pouvoir. Toutefois, cette équation du coût avec le pouvoir est une corrélation conditionnelle, un coût plus élevé de l'architecture ne signifie pas nécessairement un pouvoir plus grand de ceux qui ont commandé ce type de construction (Trigger 1990 : 128).

## 2.2 Méthodes de conversion de l'énergie en investissement mesurable

L'investissement énergétique est une méthode utilisée pour quantifier l'investissement dans les structures architecturales en terme de dépense en main-d'oeuvre. Cette base de cout devient l'unité de mesure analytique pour déterminer, sur une base comparative en terme d'investissement énergétique, le pouvoir, l'autorité ou le statut sur lesquels reposent les sociétés préhistoriques. Dans ce contexte, le cout est synonyme d'« investissement en énergie humaine » et exprimé en unités de temps de travail représenté en « jour-personne » (« j/p ») ou « heure-personne » (« h/p »), selon le choix du chercheur. Nous privilégions, dans ce travail, l'unité « h/p » pour réduire toute ambiguïté sur le nombre d'heures travaillées dans une journée. Certains auteurs utilisent 5 heures, d'autres 8 heures pour un jour de travail, selon la nature des tâches effectuées, ce qui a pour effet de confondre le lecteur. Le cout total pour ériger une structure correspond à la somme en temps de main-d'oeuvre résultant d'un ensemble de comportements pour l'exécution de travaux à l'intérieur d'un processus de construction. Chacun de ces comportements humains, telles que l'érection des murs de maçonnerie ou l'excavation d'une tranchée, peut être inféré par l'examen minutieux des données archéologiques empiriques de chacune des structures. Ainsi, ce cout basé sur des comportements inférés doit être perçu comme une évaluation approximative, et comme non absolu, car il est assujetti à la variabilité des tâches exécutées par les individus (Abrams 1989 : 54 ; Abrams and Bolland 1999 : 264 ; Erasmus : 1965).

Le plus grand défi d'une étude portant sur l'investissement énergétique est la difficulté d'estimer les couts de construction d'une structure préhistorique. Les archéologues doivent se tourner vers les structures elles-mêmes et les observations ethnographiques appropriées, comme moyens pour évaluer les couts de construction et le mode d'organisation de la main-d'oeuvre. Une estimation des couts est possible en tentant de reproduire les principales activités requises aux fins de construction ; elles peuvent être conduites par plusieurs individus différents utilisant des paramètres semblables ou variables. L'un des objectifs du chercheur consiste à déterminer un cout « standard », susceptible d'être employé à des fins de comparaison lors d'étude

sur l'architecture énergétique (Abrams and Bolland 1999 : 265). Un cout standard « c'est un cout soigneusement déterminé, qui devrait être atteint et s'exprime habituellement à l'unité » (Horngren 1977 : 952).

Afin de procéder à une recherche de type énergétique, il est impératif d'avoir une connaissance générale des éléments structuraux à l'étude et d'identifier les activités principales constituantes de ces éléments. La notion d'architecture énergétique comprend une description de la structure elle-même, l'estimation des couts de construction étant une fonction de la qualité de la description des éléments ou des composants du bâtiment. Suite à cette description, chaque élément du bâtiment est converti en équivalence volumétrique, dont l'exactitude dépend de la préservation de la structure et du nombre d'opérations d'excavation. Les couts représentés en heure-personne (« h/p ») pour chacune des activités sont obtenus à partir des descriptions ethnographiques, ethnohistoriques ou par l'observation ethnoarchéologique. Enfin, le cumul des dépenses par tâche liée au volume des matériaux requis par chacune donne comme résultats une estimation des couts globaux de construction (Abrams 1984, 1994, 1995 ; Abrams and Bolland 1999 : 266-267 ; Erasmus 1965 ; Smailes 2000).

### **2.3 Critique de la méthode énergétique**

La validité méthodologique de l'architecture énergétique peut être critiquée, sur la base d'un grand nombre de décisions d'apparences arbitraires et subjectives lors de l'évaluation des couts standards. Cependant, une connaissance détaillée des volumes et des tâches requises lors de la construction permettrait une reconstitution archéologique. L'objectif est de déterminer un ordre de grandeur qui sera utilisé à des fins de comparaison avec d'autres projets d'ampleur similaire.

Erasmus (1965) et Kaplan (1963) ont suggéré que la construction de bâtiments civiques peut avoir été exécutée par des groupes de taille relativement petite, n'impliquant pas nécessairement l'existence de sociétés complexes. La question n'est pas de déterminer ce qui a peut-être été fait, mais ce qui est normalement fait par des grou-

pes organisés afin de mener à terme des projets de construction en coopération.

Il est pertinent de suggérer que la construction de telles structures a exigé un certain degré d'intégration politique qui dépasse les capacités d'une maisonnée et probablement celles d'un village. Kaplan (1963) pense que la capacité de plusieurs sociétés préétatiques de s'engager dans la production communale à grande échelle, en particulier les chefferies, a été considérablement sous-estimée. Il n'apparaît pas déraisonnable d'affirmer qu'une société qui canalise tellement d'énergies dans les domaines du religieux et de l'esthétisme puisse l'avoir été aux dépens d'un plus grand développement de son système sociopolitique. En d'autres mots, les monuments de formes variées et autres structures de nature « artistique » peuvent être considérés comme un mécanisme du maintien d'une organisation complexe (Kaplan 1963 : 406 ; Webster et Kirker 1995 : 363).

### Chapitre 3 : Problématique et plan d'analyse

Le modèle anthropologique propose que dans une organisation de chefferie, le chef suprême a le pouvoir de mobiliser une main-d'œuvre suffisante pour l'affecter à la construction de travaux publics (Service 1962 : 150). Nous posons comme hypothèse que le système d'organisation sociopolitique d'une société de type chefferie peut être inféré par l'investissement en énergie humaine intégrée dans les structures architecturales telles les enceintes d'un centre cérémoniel, les voies publiques et en particulier par l'appréciation différentielle entre les résidences de l'élite et celles de l'ensemble de la population. Notre étude a pour objectif principal de documenter l'organisation spatiale des structures monumentales et d'évaluer le degré de complexité de l'organisation sociopolitique qui caractérise le développement du centre cérémoniel Las Mercedes situé au Costa Rica, entre l'an 1000 apr. J.-C. et la période de contact avec les Espagnols. Ainsi, nous devrions être en mesure d'apprécier la capacité du pouvoir politique de l'élite et de distinguer le statut hiérarchique des occupants de Las Mercedes basé sur les inégalités sociales.

Notre approche s'inspire de la méthode « hypothéticodéductive » de l'école de pensée de la « *New Archaeology* » (Binford 1968 ; Caldwell 1959) que nous avons adaptée pour mieux correspondre à notre démarche. Nous avons choisi de procéder par la voie de questions basées sur la théorie anthropologique évolutionnaire et définie au chapitre 2.5. Pour chacune des questions, nous précisons les éléments recherchés qui serviront d'indices pour confirmer notre hypothèse de travail.

Les questions auxquelles nous sommes appelés à répondre sont de deux ordres :

a) L'interprétation des données dans le cadre d'une organisation sociopolitique.

1- La conception et la réalisation des monuments sont-elles l'œuvre de spécialistes ? Il faudra évaluer la possibilité d'une standardisation des matériaux utilisés en procédant à un échantillonnage probabiliste des galets de rivière utilisés dans toutes les catégories de structures architecturales. Nous procéderons à la vérification d'une corrélation possible entre la qualité des matériaux utilisés pour un type similaire de structure. Également, devront être comparées la

qualité et les techniques de construction employées. Tout résultat positif en réponse à ces tests peut signifier une planification et une organisation de la main-d'œuvre selon un plan préétabli par un spécialiste en architecture ou en ingénierie.

- 2- Est-il possible de distinguer une hiérarchie dans les résidences ? La décoration, la finition et la dimension des résidences, la présence de sépultures et d'une terrasse sont des variables qui correspondent à une plus-value en investissement énergétique. Selon la théorie anthropologique, les résidences situées aux abords de la place centrale signifieraient que les occupants détenaient un statut plus élevé (Renfrew 1984 : 42, 54).
- 3- Est-ce que l'architecture monumentale décrite cette recherche est contemporaine ? La qualité des matériaux utilisés et les techniques de construction utilisée pour des structures d'une même catégorie sont autant de variables à être corrélées. Les opérations de fouilles devraient révéler la présence de séquences de construction selon le cas.
- 4- Leur construction a-t-elle nécessité l'aide de groupes avoisinants ? Le nombre d'heures représentant les couts d'investissement doit être comparé avec la main-d'œuvre disponible localement. Il faudra procéder à une estimation sur la densité de la population de Las Mercedes.
- 5- Le site de Las Mercedes comprend-il les caractéristiques d'une capitale, lieu de siège du chef « suprême » ? La présence d'un centre cérémoniel d'une ampleur dépassant celui des autres villages, la présence d'entrepôts et la production artisanale sont autant d'indices qui doivent être examinés. Les rapports ethnohistoriques, ethnographiques, la correspondance des chroniqueurs et les rapports des recherches archéologiques doivent être consultés.

6- Est-il possible d'identifier un type de structure qui pourrait être associé à la guerre ou tout autre conflit qui implique l'utilisation de la violence ? La présence d'enceintes défensives est un indice de ce type d'activités politiques. La documentation citée en 5 doit être consultée — ce genre d'activité a pu être déjà colligé.

b) Détermination du cout de l'investissement pour la construction de Las Mercedes.

1- Comment les monticules et autres structures ont-ils été construits ? Cette information devrait être retrouvée dans les notes provenant des opérations de fouilles.

2- Combien de temps a duré la construction ? Consulter les travaux des chercheurs traitant de constructions similaires et établir une base théorique qui devra considérer certaines variables liées aux exigences des fonctions respectives des structures architecturales. À titre d'exemple, la résidence d'un chef a pu avoir primé sur les autres travaux.

3- Quelle est l'importance démographique du groupe social impliqué dans ces constructions ? La mobilisation de la main-d'œuvre est fonction du tribut que les membres de la société sont redevables à leur chef. Analyser la documentation pour identifier des exemples ethnographiques traitant de ce sujet pour déterminer un pourcentage de la population qui peut être appelée à participer aux charges communes. Il faudra déterminer une densité minimale et maximale de la population de Las Mercedes.

4- Comment déterminer le volume des diverses structures architecturales ? Nous devons procéder à l'analyse des plans stratigraphiques provenant des opérations de fouilles. Nous utiliserons certaines données topographiques qui jumelées au résultat des analyses stratigraphiques, devraient fournir des informations quantitatives sur les structures. Nous pensons pouvoir déterminer

un niveau correspondant au sol d'origine — un indice utile pour déterminer l'ampleur des travaux de nivellement du terrain.

5- Quelles sont les sources d'approvisionnement en matières premières utilisées dans la construction ? Une reconnaissance du site de Las Mercedes a déjà permis de désigner des sources d'approvisionnement de matières premières.

6- Comment sera déterminé le temps requis par les diverses activités de construction ? En se référant aux ouvrages traitant de l'investissement énergétique pour déterminer la pertinence des couts utilisés pour des activités similaires, en particulier ceux des Abrams, Erasmus et Smailes. Certaines données, comme la mesure de distances à parcourir pour transporter les matières premières au chantier de construction, ont été compilées par l'auteur.

7- Quel a été le cout encouru en matériel et en main-d'œuvre pour leurs constructions ? Le cumul des couts en main-d'œuvre exprimés en heure travaillée par une personne (h/p) sera compilé pour produire un cout global de l'investissement énergétique pour chacune des activités de construction, par structure.

Cette série de questions est nécessaire uniquement pour identifier les variables recherchées aux fins de notre hypothèse, et ne servira pas à déterminer un pourcentage de réponses positives ou négatives, toutes n'ayant pas la même valeur qualitative pour suggérer l'existence d'une organisation d'une société complexe. Elles serviront globalement dans l'analyse finale à suggérer les points forts ainsi que ceux qui par leur absence peuvent devenir problématiques pour notre conclusion finale.

### **3.1 Méthodologie**

Pour réaliser notre objectif sur la détermination de l'investissement énergétique, il faut identifier les structures architecturales et déterminer la quantité ou le volume

des matériaux à transporter, la distance à parcourir, les techniques de construction retenues par les groupes culturels préhistoriques, les matériaux utilisés et leurs sources d'approvisionnement. Pour y arriver, nous avons subdivisé notre méthode en deux étapes :

— la première vise la conversion des données qualitatives et la détermination des diverses tâches requises pour la construction des structures visées ;

— par la suite, mesurer le temps exigé par une personne pour exécuter chacune de ces tâches selon le type de matériel en cause.

Le résultat correspondra à un cout standard pour chacune des opérations de construction, que nous avons subdivisées en quatre catégories :

- les couts de transport, soit le temps requis par une personne pour transporter un poids  $X$  sur une distance  $Y$  ;

- les couts d'acquisition ou d'appropriation des matières premières à la source (terre, galets, graviers, pierre à chaux, eau, bois, feuilles de palme, etc....) ;

- les couts de construction, soit le temps d'assemblage et de montage (remblais, parements, murs, planchers, charpentes, application de la chaux sur les parements) ;

- les couts de préparation du terrain, tels que le nivellement et l'aménagement de certains espaces en terrasse.

La première étape de notre évaluation débute par la description et l'étude volumétrique des structures et leurs conversions dans un format quantitatif. Ce type d'analyse exige une description et une classification de la variété de formes par catégorie d'architecture. Ces données seront utilisées pour la quantification du volume des matériaux ou des composantes requises dans la construction. La précision de nos estimations dépend, à la fois, de l'état de conservation des structures et de la qualité des données archéologiques obtenues lors d'opérations de terrain (Abrams 1984 : 8 ; 1994 : 266 ; Smailes 2000 : 30).

Après avoir identifié, sur le terrain, les structures d'intérêt et colligé le maximum de données quantitatives, nous avons opté pour la création d'un modèle archi-

tectural en trois dimensions (3D). L'utilisation d'un tel modèle comporte plusieurs avantages : il permet une reconstitution de l'ensemble de l'espace culturel occupé par les structures ; l'utilisation d'une échelle qui respecte cet espace représente l'outil à privilégier pour mesurer le volume de chacune des structures architecturales. Ainsi, nous sommes en mesure de reproduire et suggérer, par l'intermédiaire de cette technologie, une image du site Las Mercedes tel qu'il a pu exister lors de sa conquête par les Espagnols, vers l'an 1560. De plus, nous avons tenté de valider certaines données topographiques avec les plans stratigraphiques obtenus lors d'opérations de fouilles, pour proposer une vue de l'environnement physique du site avant sa construction. Nous sommes conscients que cette approche peut comprendre certains aspects hautement spéculatifs, toutefois nous sommes convaincus de sa pertinence pour comprendre le comportement de cette société.

La seconde étape consiste à mesurer le temps requis pour compléter chacune des tâches identifiées pour procéder à l'érection des structures du site. Ces données sont obtenues en grande partie par l'observation et la mesure des temps obtenus lors de simulations mises en place pour reproduire les actions d'un individu dans l'accomplissement des tâches préalablement identifiées. Il existe un certain nombre d'études disponibles provenant de simulations déjà exécutées pour répondre à des objectifs similaires à ceux que nous poursuivons. Ainsi, nous avons puisé l'ensemble de nos données de base dans les travaux des archéologues Abrams (1984, 1989, 1994, 1995), Erasmus (1965) et Smailes (2000) qui ont mené le même genre de recherche dans un contexte de sociétés étatiques.

Nos analyses ont grandement bénéficié du programme de recherche de l'Université de Montréal et le *Museo Nacional* du Costa Rica sur le site Las Mercedes en 2005 (Vázquez Leiva et Chapdelaine 2005). Ce projet, sous les responsabilités respectives du professeur Claude Chapdelaine et de l'archéologue Ricardo Vázquez Leiva, a été conçu pour étudier un grand nombre de structures en procédant par opérations de fouilles pour exposer et comprendre les techniques de construction utilisées par les occupants des lieux. Les résultats obtenus lors de cette étude de terrain, aux-

quels l'auteur a participé, nous fournissent les moyens d'évaluer le volume et la nature des matériaux par structure, de comprendre les techniques de construction, de mesurer les distances pour accéder aux matières premières et d'établir le poids des matières premières, pour un certain nombre de structures. Le galet de rivière, disponible en grande quantité, est l'un des matériaux utilisés dans une grande variété de structures. Afin de répondre à la possibilité d'un grand nombre d'attributs de ces galets, nous avons procédé par échantillonnage probabiliste pour déterminer une moyenne par attribut des galets, par type de structure. Enfin, nous avons eu recours à des données ethnographiques et ethnohistoriques, ainsi qu'à des correspondances de chroniqueurs espagnols pour compléter notre corpus.

Notre méthode comprend aussi la compilation du volume et la quantité de matériaux qui résultera en une estimation des couts de construction par structure. Après avoir déterminé la dépense en investissement énergétique, nous devons déterminer le nombre de personnes qui a pu être mobilisé pour ériger ces structures dans une période de temps qui reste à être déterminée. Ces données doivent être comparées aux données sur la densité de population de Las Mercedes, comprenant un nombre de maisonnées qui devaient contribuer à ces travaux communaux. Cette contribution annuelle en termes de main-d'œuvre de la population locale devrait nous renseigner sur la capacité de cette communauté à compléter ce type de travaux publics. Un écart différentiel significatif serait une indication que d'autres communautés ont dû contribuer à ces travaux. Selon les indices qui nous seront fournis par ces analyses, nous devrions être en mesure de discuter de l'organisation sociopolitique qui existait à Las Mercedes.

À ce stade, il importe de faire une mise au point. La méthode que nous proposons n'a pas la prétention d'établir les couts réels encourus à l'époque. Il ne faut pas confondre la précision réelle des couts investis en main-d'œuvre avec la précision recherchée lors de la détermination d'un cout standard pour la construction de structures similaires avec des moyens, une technologie et des techniques comparables. Ainsi, la connaissance précise des techniques de construction utilisées n'est pas une

exigence pour le bon déroulement de notre recherche. Il est utopique de vouloir identifier les couts réels d'activités qui se sont déroulées vers l'an 1000 de notre ère : ces informations ne sont plus disponibles. Il faut ainsi voir les couts établis lors de notre analyse comme une approximation d'une certaine « réalité », mais non définitive (Abrams et Bolland 1999 : 266 ; Webster et Kirker 1995 : 379).

## Chapitre 4 : Le site Las Mercedes au Costa Rica

Le Costa Rica est situé en Amérique centrale, entre le Nicaragua et le Panama [figure 4.1]. Ces pays sont liés à un ensemble culturel souvent identifié sous l'appellation d'« Aire Intermédiaire ». Cet étroit territoire annexé à l'isthme de l'Amérique centrale émergea au Pliocène ancien entre 3,2 et 2,3 millions d'années, reliant les deux Amériques. Ce pays comprend trois chaînes de montagnes : la cordillère Talamanca, la cordillère Centrale et la cordillère Guanacaste, et plusieurs volcans dont quatre toujours actifs : les volcans Poas, Barva, Irazu et Turrialba. La présence de plaques tectoniques dans le Pacifique et dans la mer des Caraïbes est responsable de plusieurs séismes ; le dernier, en 1991, d'une magnitude de 7,7 à l'échelle de Richter, causa des dommages importants à la ville de Limón, sur la côte des Caraïbes. Ces activités volcaniques et tectoniques répétées depuis plus de deux millions d'années ont façonné le paysage naturel actuel du Costa Rica (Borne 1998 : 7, 23 ; Lange et Stone 1980 : 3).

Les sols des vallées et le long des pentes des volcans actifs sont constitués d'une importante couche de roches andésites et de tufs recouverts de dépôts magmatiques de basaltique-andésite, de lahar et de *tephra*. Les nombreuses dépressions dans la couche terrestre, conséquence des séismes, se transformèrent en voie d'eau alimentant les vallées de sédiments. Les avalanches volcaniques répétées, depuis la période du Pléistocène, ont recouvert le lit des fleuves du versant atlantique de millions de galets, grâce à la capacité de renouvellement perpétuelle occasionnée par ces séismes. Cette proximité d'accès à une matière première fut largement exploitée par les groupes préhistoriques comme nous le verrons plus loin (Marshall 2000 : 59-60 ; Valerio Zamora 2002 : 27).

Le site archéologique Las Mercedes se situe dans la vallée de Santa Clara de la province de Limón, sur le versant de l'Atlantique costaricain à une altitude d'environ 90 mètres [figure 4.2]. Cette région recouverte d'une forêt tropicale humide, à l'ombre du volcan Turrialba, appartient aux basses terres du littoral caraïbe. À



Figure 4.1 Carte du Costa Rica (Tiré de Hartman 1901 : I).

l'origine, le site occupait, en tout ou en partie, les localités actuelles de Las Mercedes et de Pocora (Stone 1977 : 143).

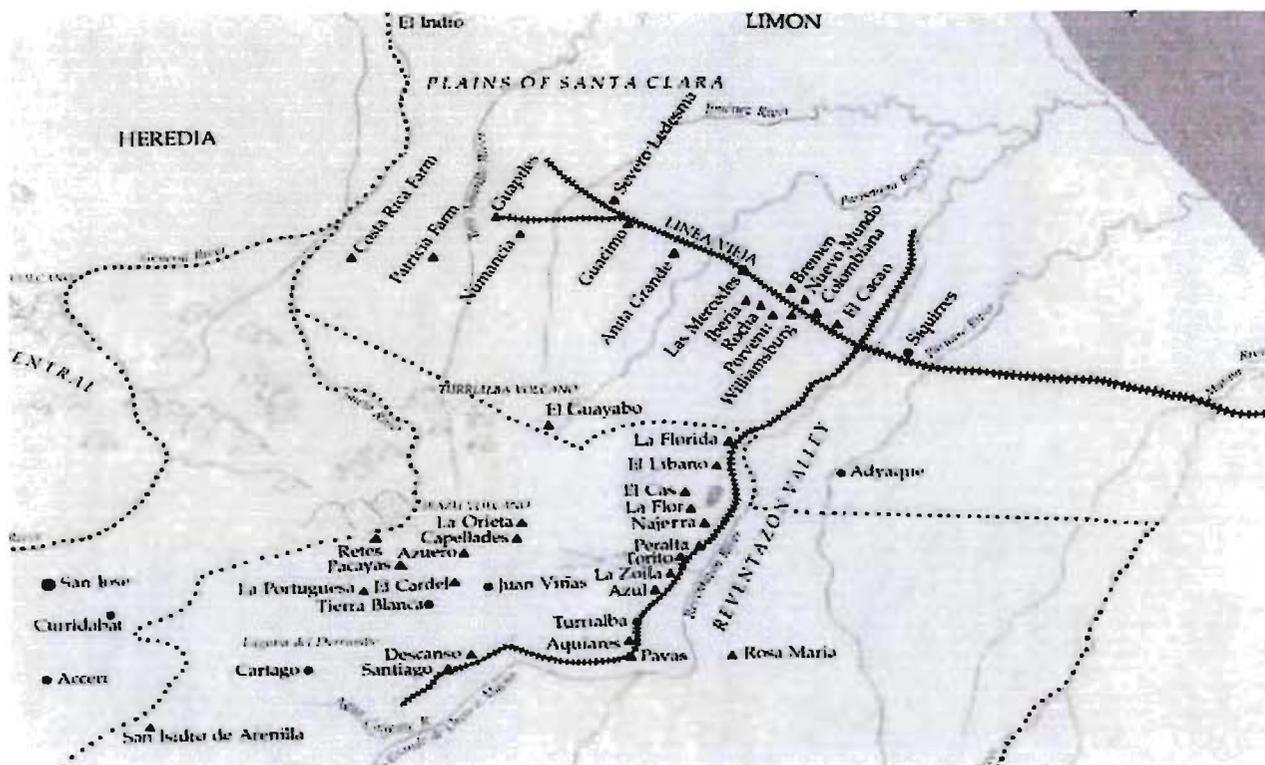


Figure 4.2 Carte du versant Atlantique et la *Línea Vieja* (Tiré de Stone 1977 : 139).

#### 4.1 Historique des recherches

Las Mercedes a fait l'objet d'un programme de fouilles contrôlées, mené au cours de l'été 2005 dans le cadre d'une coopération entre l'Université de Montréal et le *Museo Nacional* du Costa Rica (Vázquez Leiva et Chapdelaine : 2005). L'objectif était de « comprendre le mode de construction des monticules et des terrasses tout en essayant de déterminer la chronologie et l'affiliation culturelle des habitants de Las Mercedes » (Chapdelaine n.d. 8 avril 2006).

Pour saisir toute la complexité du cadre physique dans lequel s'est déroulée cette intervention scientifique, il faut remonter le temps, à l'époque de la construction d'une ligne de chemin de fer reliant le port de Limón à Guápiles, dans les années 1870-1876. Cette voie ferrée, la *Línea Vieja* [figure 4.2] fut construite par

l'entrepreneur Minor C. Keith (Mason 1945 : 199) pour faciliter l'exportation de fruits vers les États-Unis. C'est à cette période que le nom de Las Mercedes devint associé à la culture bananière et à un site préhistorique traversé dans sa portion méridionale par cette voie ferrée. Aujourd'hui, une petite communauté établie de part et d'autre de cette voie forme la collectivité de Las Mercedes. Lors des travaux de construction de la *Línea Vieja*, Minor C. Keith, devant la présence de structures architecturales anciennes, démarra l'exploration de plusieurs sites archéologiques de la région. Pendant cette période, il expédia à l'*American Museum of Natural History* (New York) plus de 16 000 artefacts, dont plus de 40 % provenant de Las Mercedes (Mason 1945 : 201).

En 1896, l'archéologue suédois Carl V. Hartman (1901) mena les premières recherches scientifiques sur le site Las Mercedes (Snarskis 2001 : 72). Nous lui sommes redevables de l'unique plan sur l'architecture publique de la place centrale [figure 4.3], aujourd'hui en partie détruite et recouverte d'une abondante végétation. Le fruit de ses travaux a contribué à accroître l'inventaire du Musée de Stockholm en Suède avec plus de 3 600 pièces précolombiennes en provenance de plusieurs sites préhistoriques. En 1916, Alanson Skinner (1926) répéta ce scénario au profit du *Museum of the American Indian* de New York. Le contenu de son carnet de notes de fouilles, inédit, fut intégré dans une publication de S. K. Lothrop (1926). Les comptes rendus produits par Hartman et Skinner constituent une source d'information exceptionnelle sur l'ampleur de Las Mercedes, avec des plans à l'échelle et une description scientifique des contextes archéologiques. Par la suite, plusieurs programmes de reconnaissances furent conduits sous l'autorité du *Museo Nacional* du Costa Rica (Vázquez Leiva et Chapdelaine 2005 : 3-4).

À l'été 2005, lors de l'intervention scientifique réalisée par les archéologues Vázquez Leiva et Chapdelaine (2005), plusieurs aménagements architecturaux furent cartographiés et le matériel archéologique documenté en priorisant les contextes stratigraphiques. Nous avons procédé à une compilation des matériaux employés dans la construction des structures architecturales pour constituer un corpus de matériel

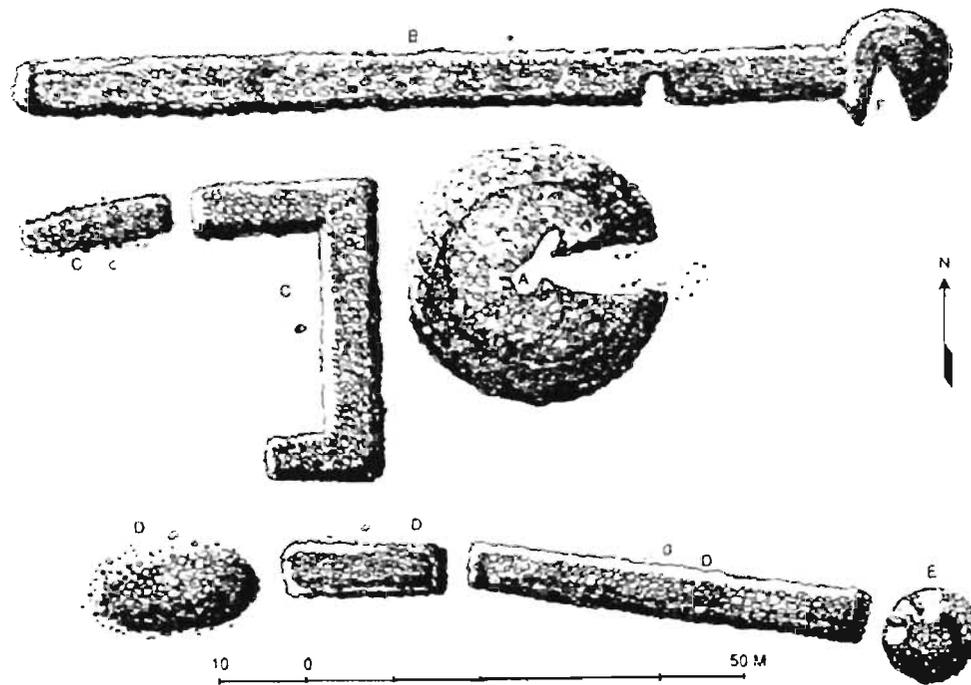


Figure 4.3 Plan de l'architecture publique (Tiré de Hartman 1901 : 8, fig. 1).

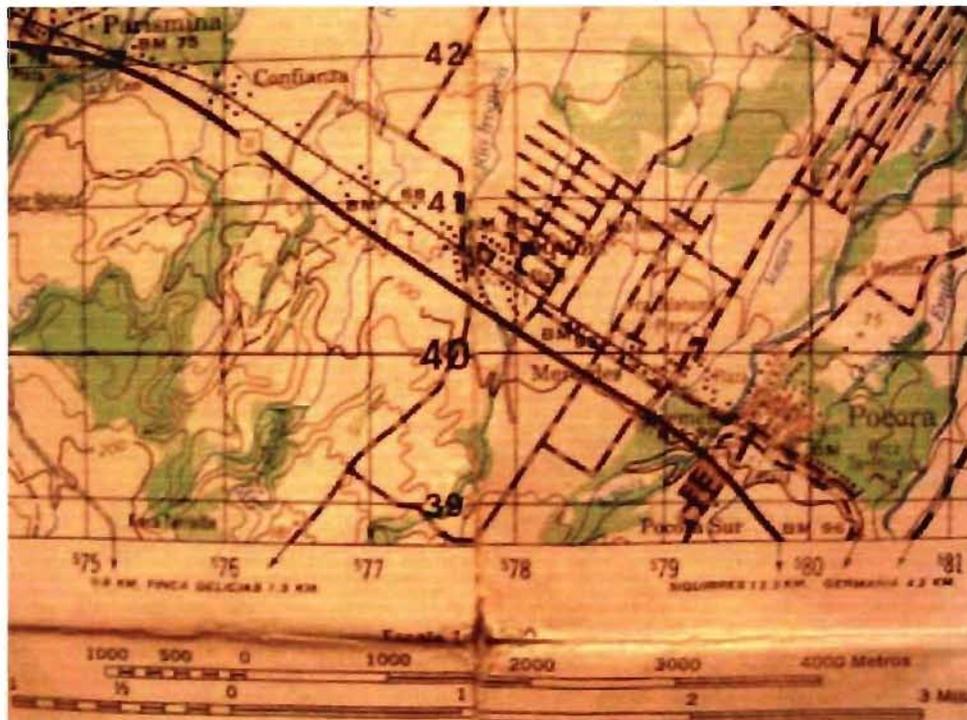
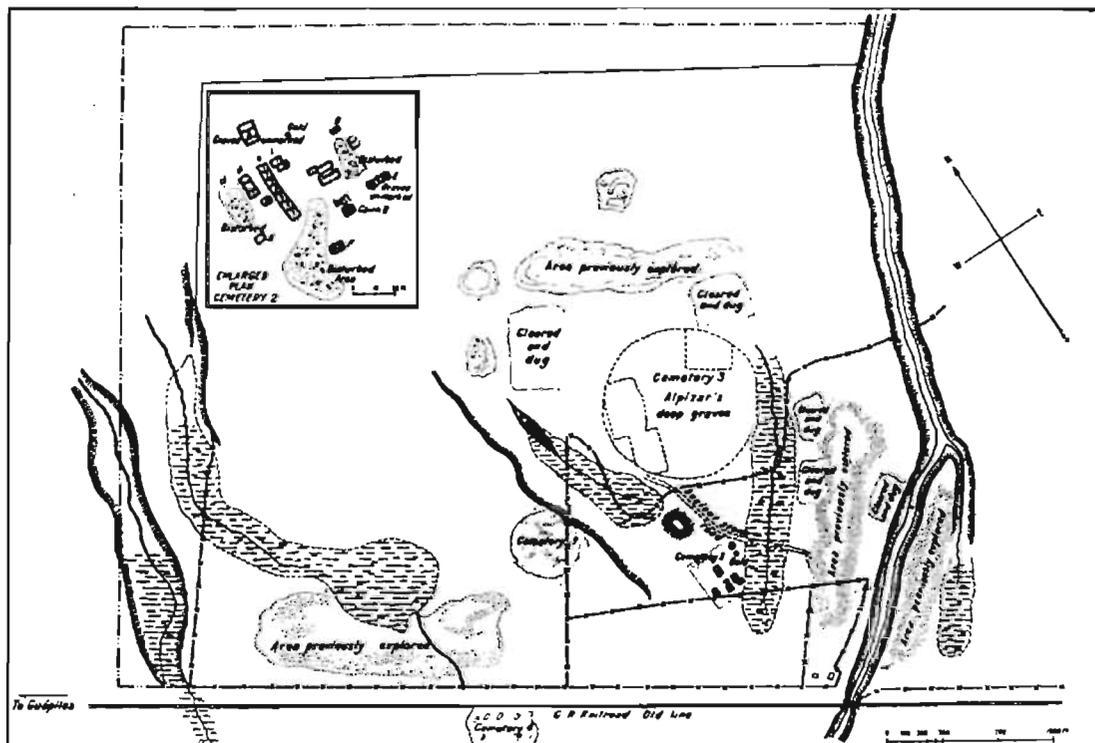


Figure 4.4 Las Mercedes et Pocora (Tiré de Instituto Geográfico Nacional (IGNCR), San José, Costa Rica. Édition 1990).



**Figure 4.5** Plan de Las Mercedes en 1916-17 (Tiré de Skinner 1926 : Pl. CCIII).



**Figure 4.6** Rail de transport des bananes toujours en fonction au Costa Rica (Photographie : Eddy Lachapelle).

comparatif pour l'ensemble du site. Les principaux matériaux identifiés sont la pierre ou les galets de rivière et le remblai de construction, un mélange de sable argileux, de tessons de céramiques et de moellons. Ce corpus de données archéologiques constitue la base de notre projet de recherche.

## 4.2 Description générale du site archéologique

Le site de Las Mercedes, situé sur la propriété de la Earth University, à l'ouest du Rio Dos Novillos [figure 4.4], fut acquis en 1988 pour l'aménagement d'un complexe universitaire spécialisé en agriculture. La partie centrale du site archéologique occupe un îlot d'environ cinq hectares dans une zone de forêt tropicale recouverte par une épaisse végétation et de résidus de la culture bananière. Cette zone fut perturbée à maintes reprises ; les structures aux abords immédiats et en périphérie de la place centrale, décrites par Hartman [figure 4.3] et Skinner [figure 4.5], ont disparu avec l'aménagement du village moderne de Las Mercedes et la conversion des espaces pour les cultures expérimentales. Il est possible d'apercevoir par endroits certains vestiges, très fragmentaires, témoin de la présence de structures architecturales à l'extérieur de la zone archéologique actuelle. L'impact destructif causé par la construction de la *Línea Vieja*, la culture bananière, l'installation de rails à tramways [exemple voir figure 4.6] utilisés pour amener les tresses de bananes à la voie ferrée, les fouilles illicites et le nivellement d'une partie de l'emplacement actuel à l'aide d'équipement mécanique, sont autant de facteurs responsables de la condition détériorée et perturbée du site (Vázquez Leiva et Chapdelaine 2005 : 5, 33, 42).

Le plan du site archéologique [figure 4.7] dévoile un habitat comprenant un complexe architectural ordonné comprenant un centre cérémoniel et une zone résidentielle (l'affiliation « résidentielle » sera discutée plus loin dans le texte). Les résidences sont construites sur des monticules circulaires avec un parement empierré. Une rampe de trente mètres de long est juxtaposée à l'une de ces structures (R12), suggérant qu'elle aurait abrité un personnage de haut rang. Les opérations de fouilles de 2005 ont permis de confirmer la présence de terrasses, d'allées empierrées se

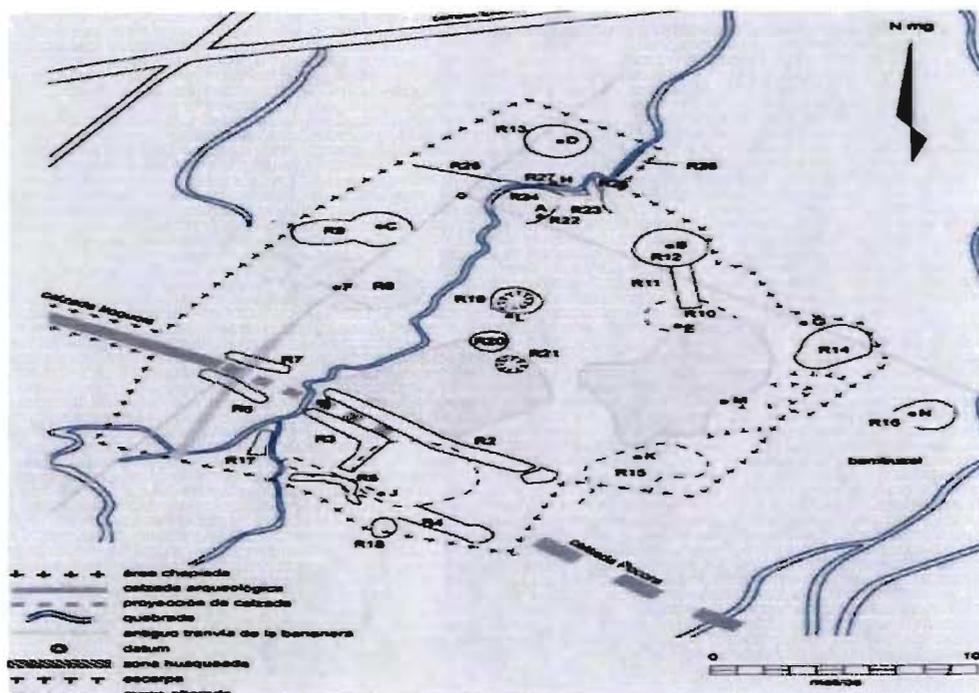
transformant en véritables chemins ou chaussées, d'enceintes murales de pierres, les vestiges d'une plaza et plusieurs monticules. Une structure apparentée à un système de canaux d'évacuation des eaux et/ou à des fins d'irrigation a été découverte à la toute fin des fouilles de 2005 (Vázquez Leiva et Chapdelaine : 70). Pour compléter cet inventaire, une concentration de monticules rectangulaires de pierres, positionnés en forme d'enceintes, suggère un contrôle du déplacement des visiteurs pour les amener sur la grande place publique. Cette place centrale est reliée aux Rio Iroquois et Rio Dos Novillos par des chaussées empierrées ou *calzadas* d'une largeur variant de cinq à sept mètres sur une distance d'environ trois kilomètres. Le site occupe une position stratégique à proximité de ressources aquatiques, favorisant ainsi l'accès aux alluvions fertiles des *rios*, à l'eau, aux matériaux de construction, et facilitant le contrôle de la circulation des biens et des individus sur les rivières. Plusieurs des structures, actuellement recouvertes d'une épaisse couche de végétation, ne nous sont connues que grâce aux descriptions publiées par Hartman (1901), à la suite de son programme de recherches effectué à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Encore une fois, le site a beaucoup souffert des cultures bananières et des cultures du cacao sans oublier les chercheurs de tombes, mais des fouilles contrôlées ont livré suffisamment de matériel permettant une reconstitution, quoiqu'incomplète, du paysage culturel du passé (Stone 1977 : 179 ; Vázquez Leiva et Chapdelaine 2005).

#### 4.3 Examen de sources écrites sur Las Mercedes et la « *Línea Vieja* »<sup>2</sup>

Un examen minutieux des notes des chercheurs qui nous ont précédés s'impose pour comprendre l'ampleur et la composition du groupe préhistorique qui occupa le paysage physique et culturel habité aujourd'hui en partie par la communauté de Las Mercedes. En particulier, Hartman (1901, 1905) et Lothrop (1926) nous ont laissé une documentation précieuse en incorporant les notes de fouilles de Alison Skinner compilées lors d'un séjour au Costa Rica en 1916, complétées de données extraites de chroniques espagnoles et de plans, facilitant notre compréhension sur Las Mercedes.

---

<sup>2</sup> Vu la difficulté à pouvoir consulter les volumes I et II de Lothrop (rareté), nous avons convenu d'inclure des informations que nous jugeons importantes mais qui peuvent apparaître au lecteur non pertinentes dans le contexte de cette recherche.



**Figure 4.7** Site archéologique de Las Mercedes (Tiré de Vázquez Leiva et Chapdelaine 2005 : 17, fig. 4).



**Figure 4.8** Palenque photographié par Hartman lors d'un séjour au Costa Rica (Tiré de Ohlsson de Formoso 1991 : 28).

### 4.3.1 Données historiques et ethnohistoriques

Lothrop (1926 : 35-36) reproduit des chroniques adressées à la cour d'Espagne mentionnant que les populations occupant les berges du fleuve San Juan et la côte atlantique du Costa Rica pouvaient compter sur une agriculture basée sur le cacao et le maïs, et plusieurs espèces de fruits et la chasse complétaient leurs produits de subsistance. Le tapir, domestiqué ou en liberté était un aliment de choix réservé aux chefs des villages. Les groupes culturels de la côte atlantique du Costa Rica se distinguaient des groupes de l'est du golfe de Nicoya [figure 4.1]. Ces groupes organisés en « tribus » comprenaient trois classes sociales : les nobles, le peuple et les esclaves. Les esclaves se composaient de femmes et de jeunes hommes capturés lors des guerres ou des raids, alors que les hommes captifs devaient être offerts en sacrifice lors de rites cérémoniels. Sur la côte atlantique, l'indicateur par excellence pour identifier une occupation préhistorique est la présence de monticules, généralement rassemblés autour d'une grande place entourée d'une enceinte rectangulaire (Lothrop 1926 : 47, 89, 285 ; Stone 1977 : 134).

Dans un rapport adressé au roi d'Espagne en 1610, le frère Agustin de Ceballos (Ferrero 1988 : 219-224 ; Lothrop 1926 : 446-448), provincial de la communauté franciscaine de la province San Jorge de Nicaragua et la province du Costa Rica, souligne que les populations de la côte de la mer du Nord, dans la province du Costa Rica, vivent dans des *palenques* [figure 4.8]. Agustin de Ceballos (1988) met en cause la recherche de captifs pour les destiner à un rituel suivant une coutume qui consiste à les offrir en sacrifice au « diable » à l'occasion de chaque nouvelle lune. Ces groupes, sous l'autorité d'un chef, *cacique*, lui doivent obéissance, souvent au risque de leur vie. Le chef a plusieurs femmes qui résident toutes dans la même habitation, alors que les autres hommes ont généralement une seule femme. Le chef peut agir à titre de prêtre ou désigner un substitut pour l'administration de la religion.

Le provincial de la province du Costa Rica mentionne (Lothrop 1926 : 446-448) que la région de la côte de la mer du Nord (côtes des Caraïbes) possède des ter-

res fertiles propices à la culture du maïs, du yucca, des patates douces, de la banane de plantains, du cacao, ainsi que celle du chanvre, destiné à la fabrication de vêtements et de cordages. Le miel, la cire et la résine ainsi qu'une grande variété de fruits abondent. Le commerce entre les populations se pratique à grande échelle ; le tapir domestique, le porc sauvage, les boissons alcoolisées, les perles et l'or non façonné sont échangés pour des femmes captives (esclaves), des habits de coton, des ustensiles en céramique, des bijoux en or en forme d'aigle, de lézard, de crapaud, d'araignée et de médailles (Ibarra 2003 : 392-397 ; Lothrop 1926 : 52).

#### 4.3.2 Données archéologiques

Les données archéologiques compilées par Hartman et Skinner serviront à compléter notre corpus sur le volume, les dimensions, les méthodes de construction et d'en apprendre davantage sur la fonction générale du site. C'est dans cette perspective que nous avons procédé à une synthèse des informations colligées par les principaux intervenants, qui remontent à la fin du 19<sup>e</sup> siècle jusqu'à nos jours. Nos connaissances archéologiques sur Las Mercedes débutent avec la présence de la *Línea Vieja* [figures 4.2] sur la côte de l'Atlantique et le début des recherches de Hartman (1901) en 1896.

Hartman (1901, 1905) décrit, appuyé d'un plan à l'échelle, les principales composantes du complexe central avec un monticule circulaire de 30 m de diamètre à sa base, 20 m à la cime et de 6,5 m de hauteur. Ce monticule, situé à l'extrémité est d'une plaza, délimite une place centrale entourée d'enceintes de pierres [figure 4.3]. Ses excavations ont révélé que le grand monticule repose sur un mur circulaire en pierre et remblayé de terre. La fouille du monticule n'a pu déterminer un usage aux fins d'enterrements. Deux sculptures de pierre d'une hauteur d'environ 1,80 m représentant des guerriers furent découvertes à sa base [figure 4.9]. Hartman suggère que ces statues auraient reposé initialement au sommet du monticule circulaire principal. À proximité de cet ensemble architectural, plusieurs sondages furent entrepris sans grand succès à la recherche de tombes intactes. Plusieurs pierres plates ayant servi de



**Figure 4.9** Sculpture de pierre (Photographie : Hartman, tiré de Ohlsson de Formoso 1991 : 61).



**Figure 4.10** Pierres plates et oblongues provenant d'une sépulture (photographie : Eddy Lachapelle).

couvercles de tombes jonchaient le sol, pêle-mêle, laissées là par d'autres chercheurs à la recherche de souvenirs exotiques. Hartman mentionne que toutes les tombes avaient le même style, de forme ovale ou rectangulaire, des tombes de caisson avec des murs de galets, provenant vraisemblablement du Rio Dos Novillos, et un plancher couvert de grandes pierres plates (*lajas*), tout comme les couvercles [figure 4.10]. Aucun squelette ou offrande n'a été retrouvé (Hartman 1901 : 1-14).

Cependant, quatre monticules intacts furent repérés à quelque 100 m à 300 m du monticule central. Chaque monticule de forme circulaire d'un diamètre n'excédant pas 12 m (Gr I) et de moins d'un mètre de hauteur, contenait de trois à cinq tombes du même style que celles décrites précédemment. Le fait que toutes les tombes contenaient des offrandes de céramique, d'objets de pierre et de perles, dont une en verre européen, laisse à penser à une occupation contemporaine à la présence espagnole au Costa Rica. Nous terminons avec un commentaire de Hartman (1901 : 29) pour une fonction « résidentielle » des monticules circulaires :

*Very likely the low platforms containing the graves were originally foundations for huts of the living; the custom of burying their dead inside the houses having prevailed in many parts of the regions. Even nowadays this method of disposing of the dead is practised among people of a certain tribe in regions within the territory of Costa Rica, not so far off from the parts here described by me.*

Quant à l'archéologue Alison Skinner, son expédition sur le site Las Mercedes remonte à l'hiver de 1916-1917. Nous sommes reconnaissants à Samuel Kirkland Lothrop (1926) d'avoir inclus le contenu des notes de fouille de Skinner rédigées en 1916 comprenant des descriptions et des plans du site qui traduisent une approche professionnelle et scientifique.

Skinner entreprit un programme archéologique de fouilles contrôlées avec l'aide d'ouvriers indigènes. Il put bénéficier des connaissances de l'un de ces employés, Alpizar, à l'emploi de Minor C. Keith vingt ans auparavant (Mason 1945 : 204), pour excaver dans l'emplacement central (figure 4.7, R12). Un plan de Las Mercedes, dressé en 1916 [figure 4.5], indique une aire d'occupation de plus d'un

km<sup>2</sup> ou 1 000 hectares, alors qu'aujourd'hui, il reste à peine 25 hectares incluant cinq hectares meublés de l'ensemble architectural monumental, le complément composé de quelques ilots répartis sur le terrain de l'Université Earth (Skinner 1926 : 452 ; Vázquez Leiva et Chapdelaine 2005 : 2).

Selon notre compréhension du plan de Skinner, la superficie de Las Mercedes était divisée en lots ou ilots résidentiels et funéraires. Chaque ilot est de dimensions variables avec ou sans monticule et des espaces vides en surface. D'après notre appréciation la superficie occupée par ces ilots varieraient entre 400 m<sup>2</sup> et 800 m<sup>2</sup> ou plus. Leurs fonctions seraient multiples ; en plus d'être résidentiels, ces ilots ont servi de lieu d'enterrement et d'autres rituels, et vraisemblablement à l'agriculture. La pratique de rituels est inférée par Skinner (1926 : 453, 456, 460) avec la présence de nombreuses caches d'offrandes dans le sol.

Skinner excava quatre ilots, l'ilot 4 situé au sud de la *Línea Vieja*, occupe un espace d'environ 450 m<sup>2</sup>, partiellement détruit par le passage de la voie ferrée, comprend un monticule avec un espace destiné aux sépultures. Ce monticule aurait servi à des enterrements très anciens ; les tombes plus anciennes correspondent à deux tombes circulaires avec un parement et une base de pierres garnis d'un couvercle en *lajas*. Une autre tombe ancienne, atypique, de forme rectangulaire d'une profondeur d'environ 1,5 m construite entièrement de pierres, fait place à des structures d'enterrement plus récentes (ibid 1926 : 459). Cet ilot a révélé une grande quantité de fragments de statuettes, de mortiers, de pilons et de *manos*, de sièges et de tables ou de bancs tripodes ou tétrapodes et des bijoux en or représentant un singe et deux grenouilles. Plusieurs caches contenant entre 12 et 50 vases de céramique furent mises au jour.

Les ilots 1 et 2 se trouvent à environ 200 m au nord de l'ilot 4, à mi-chemin de l'ilot 3. L'ilot 1, avec une superficie similaire à l'ilot 4, ne contient pas de monticule ; cependant, l'espace est subdivisé en cinq secteurs d'environ 4 m<sup>2</sup> chacun, tous avec des sépultures se distinguant par l'absence de pierres ou de *lajas*. Ce type de structure

semble absent des autres secteurs. Cet îlot a une particularité de : le plus grand des secteurs a révélé des sépultures ou des caches contenant des céramiques qui reposaient dans ou sous une couche de moellon. Plusieurs perles et des statuettes en jade, un grand nombre de statues brisées ou complètes de pierre furent mises au jour, mais aucun objet en or. Tous les vases de céramique étaient de petite taille, monochromes, décorés de dessins incisés ou en reliefs.

L'îlot 2 occupe un espace d'environ 800 m<sup>2</sup>, avec un monticule artificiel de terre estimé à 36 m<sup>2</sup>. Toutes les tombes démontraient une qualité de construction notable, le style de tombe avec un caisson de galets de rivière [figure 4.11] étant caractéristique de la région de la *Línea Vieja*, bornée au sud par le Rio Pacuare et au nord par le Rio San Juan (Stone 1958 : 16). Ces tombes contenaient les plus belles céramiques fines qui ont été révélées lors de cette expédition, en plus d'une quantité importante de statues de pierre, suggérant à l'auteur que cet îlot ait été occupé par un groupe ou lignage chargé de la production d'objets lapidaires. Des perles en jade et un seul bijou en or proviennent de cet îlot (Skinner 1926 : 451-461).

L'îlot 3 est celui qui a été le plus souvent visité depuis plus d'un siècle. Cet espace fut retenu pour le projet de recherche archéologique de l'Université de Montréal et du Musée National du Costa Rica (Vázquez Leiva et Chapdelaine 2005). Antérieurement, Minor C. Keith employa Alpizar et son équipe de *peones* pour extraire une quantité importante d'objets, plus de 7 200 provenant de tombes. Lui succédant, Skinner n'a pas eu beaucoup de succès à cet endroit, seulement huit à dix tombes intactes furent localisées sans objets de grande valeur (1926 : 457). Plusieurs autres chercheurs, dont J. H. Wilson de Guapiles (1926 : 456-457), conduisirent le même genre de recherche. Alpizar a excavé l'un des monticules, attribué à des *caciques*. Plusieurs sépultures ont livré de nombreux bijoux en or, des tables sculptées en pierre, des bancs ou *slabs* sacrificatoires ainsi que des objets exotiques. Ce monticule semble correspondre au monticule identifié R12 sur le plan [figure 4.7] dressé par Vázquez Leiva et Chapdelaine en 2005.

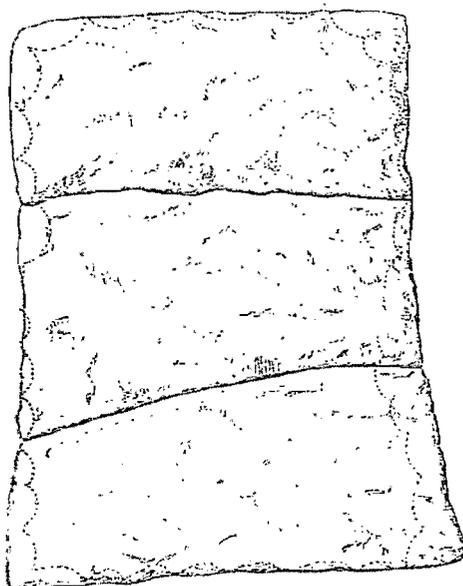
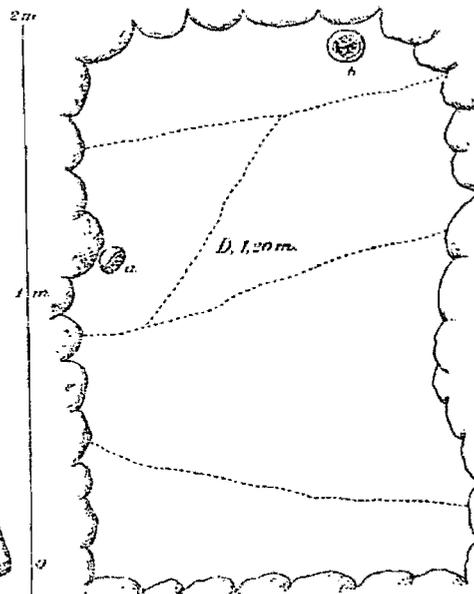


Fig. 10. Roof of Grave 2.



E. + 10° S.

Fig. 11. Interior of Grave 2.

**Figure 4.11** Tombe en caisson ou ciste (Tiré de Hartman 1901 : 17).

À l'extrémité sud de l'îlot 3, un sondage a permis de mettre au jour une chaussée empierrée au pied d'une enceinte, à l'endroit où fut découverte, par Alpizar, une grande statue de pierre représentant un tapir. Cette chaussée semble correspondre à l'un de ces chemins de pierres (*calzada pocora*) reliant Las Mercedes au site Gaby, en direction est (Vázquez Leiva et Chapdelaine 2005 : 22-23). Cette chaussée de grands galets de rivière plats recélait plusieurs dépôts de poteries monochromes, de haches et de meules de pierre, sous une couche de gravier de 25 cm d'épaisseur. Plus au sud, un monticule ovale d'environ 30 m de long, selon un axe est-ouest, révéla plusieurs couches d'occupation. Une particularité de ce monticule est qu'il comprenait un parement de galets d'au moins six rangées de hauteur sur ses côtés nord et sud, contribuant ainsi à lui donner cette forme allongée. Skinner (1926 : 458) suggère une fonction de résidence pour ce monticule qui avait déjà été excavé par Alpizar.

Doris Stone (1958, 1977) a réalisé plusieurs reconnaissances archéologiques dans la région de la *Línea Vieja* et en particulier à Las Mercedes. Selon l'auteure, ce sont les enceintes cérémonielles, de formes rectangulaire, circulaire ou ovale, reliées

à des monticules d'habitation et à des cimetières par des sentiers ou des chaussées empierrées qui distinguent les populations des basses terres atlantiques des autres régions archéologiques du Costa Rica. Cette région est reconnue pour son industrie lapidaire comprenant des représentations humaines de grande taille (entre 1,21 m et 1,51 m) et deux modèles de meules, l'un avec les rebords soulevés, employés pour broyer les tubercules et le cacao, et l'autre avec une légère courbure sans rebord destiné à moudre le maïs, sculptées dans une pierre d'origine volcanique. Ces sculptures de pierre représentent une telle homogénéité dans leur conception et dans la technique employée qu'elles renforcent l'idée d'une « école » artistique unique. Stone suggère qu'un seul et même groupe d'artisans ait façonné l'ensemble des sculptures de la *Línea Vieja* et dans la vallée du Reventazon. L'orfèvrerie ne serait pas en reste; des marteaux, des rouleaux et divers outils de lissage destinés au façonnage de l'or, ayant été trouvés dans les sites Williamsburg, Costa Rica Farm et Las Mercedes (Doris Stone 1958 : 16-18 ; 1977 : 6-7).

Stone débute la description des secteurs par l'îlot 8 qui a livré des indices d'occupation humaine de la Période IV, avec la présence d'un monticule résidentiel d'environ 1,5 m de hauteur construit de terre noire sur une base de pierres. Des céramiques épaisses et non peintes, caractéristiques de l'Horizon de la Période Ancienne A (300 av. J.C. – 0), ont été retrouvées avec des céramiques monochromes et polychromes (1977 : 143-144). L'îlot 12 associé à la Période Moyenne B Récente (850 – 1502) comprend cinq «*palenques*» ou monticules résidentiels reliés par une chaussée en pierre soulevée de 1 m à certains endroits (Stone 1977 : 182). Le plus grand de ces cinq monticules a un diamètre de 3,4 m avec un parement de pierre et de terre sur une hauteur d'environ 2 m. Stone réfère à l'îlot 15 (identifié 16) comme un autre complexe d'habitation où quatre sièges lapidaires circulaires de 50,8 cm de hauteur, décorés de motifs de serpent et de têtes-trophées, furent découverts (Stone 1977 : 186, 189).

Stone précise que les populations des basses terres de l'Atlantique d'alors vivaient dans des communautés atteignant plusieurs centaines de personnes dans des maisons d'une capacité de 12 à 20 personnes. Ces structures étaient construites sur

une fondation composée de pierres et de terre. Ces monticules résidentiels, « *house mounds* », identifiés au Costa Rica sous le nom de *palenques*, possédaient une rampe menant à l'entrée d'une structure recouverte d'un toit fait de branches de palmiers ou autres végétaux. Les sites d'habitation de Talamanca comptent un modèle d'habitation similaire. La présence de sociétés florissantes le long de la *Línea Vieja*, avec ses imposantes sculptures de pierre disposées sur des monticules, ne laisse aucun doute dans l'esprit de Stone. Les sites préhistoriques Las Mercedes, Costa Rica Farm, Williamsburg et Numancia ont tous des enceintes en pierre avec entrées multiples, et tous procédaient à des enterrements dans les monticules d'habitation groupés autour d'enceintes typiques de la région *Línea Vieja* (ibid 1977 : 168-169, 196).

Ce chapitre se termine avec une ambiguïté engendrée, possiblement, par les opinions et les descriptions des chercheurs sur la fonction sociale de Las Mercedes. Est-ce que Las Mercedes était un cimetière ? Était-ce un centre cérémoniel (Dillehay 1990 : 226) ou une place publique entourée d'habitations ? Ce dilemme est sans doute inhérent au vocabulaire employé par les premiers chercheurs scientifiques. Hartman et Skinner utilisent le terme « cimetière » régulièrement dans leurs comptes rendus et notes de fouilles. Le plan des enceintes de pierre couronnées d'un monticule circulaire central transmis par Hartman [figure 4.3] confirme la présence d'une architecture de type cérémoniel. Toutefois, ces chercheurs (Hartman 1901 : 29, 30 ; Lothrop 1926 : 459 ; Stone (1977 : 192, 194-196) demeurent unanimes sur l'aspect résidentiel de Las Mercedes avec ses monticules rectangulaires, ovales et circulaires, de tailles diverses, construits de galets, reliés entre eux par des sentiers ou rues empierrées. Ces monticules sont des fondations sur lesquelles était érigé un toit de palmes pour servir d'habitations et de lieu d'enterrement sous le sol d'occupation (Mason 1945 : 204 ; Snarskis 1978 : 282 ; 2001 : 91). Aujourd'hui, il n'existe plus de traces de ces superstructures construites en matériaux périssables et les données archéologiques prélevées en 2005 ne permettent pas d'inférer cette fonction « résidentielle ». Ainsi, dans le cadre de notre recherche, nous retenons l'hypothèse du caractère résidentiel de Las Mercedes, un centre important où se déroulait des activités sociales, économiques et religieuses : le propre des sociétés complexes.

## Chapitre 5 : Méthodes de sélection et description des données empiriques

Aux fins de compilation de données, nous avons privilégié l'application de l'échantillon probabiliste, également appelé échantillon statistique ou aléatoire, pour la sélection d'unités en association ou *in situ* avec les structures architecturales découvertes lors du programme de recherche de 2005 (Vázquez Leiva et Chapdelaine 2005). Cette méthode d'échantillonnage repose sur le choix des éléments à inclure qui ne dépend pas de l'échantillonneur, de l'établissement de la taille de l'échantillon selon une précision désirée et de l'évaluation objective des résultats. La technique d'échantillonnage aléatoire qui consiste à sélectionner les éléments au hasard et la technique systématique qui s'obtient en choisissant chaque n-ième élément parmi les unités d'échantillonnage, ont été retenues pour la sélection des unités d'échantillon sous forme de galets de rivière (Drennan 1996b : 85-89). Nous avons subdivisé nos populations assujetties aux fins d'échantillonnage en trois catégories de structures : les monticules, les enceintes et les chaussées empierrées. Le fait qu'elles occupent un secteur distinct dans l'espace culturel facilite une stratification (partage du champ d'observation en strates) des populations visées par le processus d'échantillonnage (ibid : 237-241). La méthode de sélection des galets varie selon les circonstances, ainsi, les unités jonchant la surface des chaussées empierrées ou employées dans l'érection des enceintes murales ont été sélectionnées selon la méthode systématique, par grappe de trois galets à tous les 10 mètres. Tous les galets de rivières associés aux parements des monticules ou mis au jour lors des sondages ont été sélectionnés aux fins de notre échantillon.

Nous avons observé, lors des opérations de fouilles pratiquées sur la chaussée *calzada* iroquois située à l'ouest de la place centrale, que les pierres employées par les constructeurs préhistoriques avaient une morphologie hétérogène. Une technique de construction qui suggère une présélection des matériaux selon leur forme et un plan directeur qui respecte un agencement des galets pour minimiser les espaces entre les pierres [figure 5.1]. Un procédé est atypique à cette catégorie de structures architecturales. Afin de valider ce modèle de construction, nous avons établi une codifica-



**Figure 5.1** Chaussée empierrée, opération 7b (Photographie : Eddy Lachapelle).



**Figure 5.2** Sentier utilisé par un rail pour le transport de bananes (Photographie : Eddy Lachapelle).

tion tenant compte d'attributs morphologiques des unités d'échantillon pour distinguer les formes rondes, ovales, triangulaires et polyèdres [annexe VI, a]. La forme « ronde » est attestée lorsque la différence entre les diamètres, vertical et horizontal, est égale ou inférieure à 10 %. Cette typologie des galets fut notée lors de la sélection des unités d'échantillon. L'agencement de galets de formes ronde et ovale lors de la construction d'une chaussée a une incidence directe sur le temps d'exécution des travaux. À ces variables qualitatives s'ajoute un nombre de variables quantitatives qui correspondent à : la longueur, la largeur, l'épaisseur, le poids et les circonférences horizontale et verticale. Certaines de ces variables, dont le poids, n'ont pu être toutes colligées à cause de la position *in situ* des unités, alors que toute possibilité de les déplacer était écartée. Les compilations archéométriques du poids et/ou du volume de graviers (moellons) et du remblai utilisé dans l'érection des fondations complètent notre corpus de données. Enfin, toutes les unités d'échantillonnage furent photographiées aux fins de consultation ultérieure et pour respecter une rigueur scientifique de recherche. Nous avons participé à toutes les opérations de sélection et de mesures des unités. Les instruments employés pour mener à terme ce projet ainsi qu'une brève description de la procédure employée sont exposés à l'annexe VI, b. Les méthodes de sélection des unités d'échantillonnage retenues aux fins de notre recherche sont relativement conformes, à une exception près, aux techniques d'échantillonnage probabiliste, permettant une projection des résultats sur l'ensemble de la population échantillonnée selon une précision appréciée.

### **5.1 Description des structures et du contexte de sélection des unités d'échantillonnage**

Il y a lieu de rappeler que le site a subi les conséquences de la culture du cacao, de la culture bananière, de l'agriculture moderne et de l'expansion urbaine, en plus des visites répétées des pilleurs de tombes, bien avant la construction de la *Línea Vieja* (Stone 1977 : 179). Plusieurs structures témoignent de ces éléments destructeurs du passé, dont la présence de passerelles et de rails, jonchant le sol, jadis utilisé pour transporter les régimes de bananes du lieu de production au lieu d'expédition

[figures 5.2]. L'aspect « gruyère » des sols nous rappelle les nombreuses interventions illicites à la recherche de « souvenirs » lucratifs. Les conséquences de ces événements ont mené à la destruction complète ou partielle des structures architecturales et à l'altération du paysage culturel [figure 5.3]. Aujourd'hui, le nombre restreint de vestiges, circonscrits dans un espace réservé par l'Université Earth, est recouvert d'une épaisse couche de matières organiques, où la végétation tropicale reprend peu à peu possession de son territoire. C'est dans ce décor peu hospitalier que fut entrepris en juin 2005 le projet de recherche archéologique dans le cadre d'une collaboration entre l'Université de Montréal et le Musée National du Costa Rica. Les données qui suivent proviennent en grande partie du rapport archéologique de la campagne de 2005 (Vázquez Leiva et Chapdelaine 2005).

En 2005, les sondages ont été concentrés dans les structures architecturales qui apparaissaient les mieux conservées sous cette épaisse végétation, tout en ciblant les sections de murs susceptibles d'avoir été le moins perturbées [figure 5.4]. Dans les faits, seuls les monticules circulaires R12 et R9 [figure 4.7] semblaient avoir subi moins de perturbations. La convention numérique employée dans ce texte pour désigner les structures de Las Mercedes est celle utilisée par le Musée National du Costa Rica. La structure R12 désigne un monticule circulaire de 28 m de diamètre situé sur une terrasse aménagée à cet effet, avec, dans sa partie méridionale, une rampe unique de près de 30 m de long et de 7 m de largeur correspond à la structure R11. Ce monticule fut amputé dans sa section sud pour laisser le passage à un rail de transport. Plusieurs sondages furent effectués sur et autour de cette structure ; cependant, seuls les sondages 3f, 3c et 3d ont dévoilé des sections de parements empierrés bien conservés. Les sondages 3c et 3d ont permis de dégager l'extrémité extérieure est du parement *in situ*, sans possibilité de procéder à des mesures archéométriques. Le sondage 3f a consisté à dégager une section du parement empierré et permettre le dévoilement de plusieurs galets *in situ* ou déplacés, tout en demeurant associés au parement. Un total de 22 unités d'échantillonnage proviennent des structures R11 et R12, dont dix unités de l'opération 3f, alors que les autres unités ont été retrouvées en surface. Nous sommes d'opinion que ces galets gisant sur le sol proviennent de cette structure et qu'ils

ont été séparés du parement empierré lors de la construction du rail de transport des bananes (Vázquez Leiva et Chapdelaine 2005).



**Figure 5.3** Structure détruite (Photographie : Eddy Lachapelle).



**Figure 5.4** Structure partiellement conservée (Photographie : Eddy Lachapelle).

Le monticule R9 [figure 5.5] fut également abimé du côté est lors de l'installation du rail. Les opérations de sondage 5d, 5f et 5j furent conduites autour de sa structure ovale, une forme contrastant sensiblement des autres structures de forme circulaire. Le monticule épouse une forme circulaire d'environ 25 m de diamètre, à laquelle s'ajoute, du côté ouest, une aile ovale de 21 m de diamètre longitudinal. Un sondage 5i, effectué à l'intérieur du monticule à la rencontre des formes circulaire et ovale, a dévoilé une structure interne constituée de galets, ce qui n'a pas permis d'émettre l'hypothèse d'une deuxième phase de construction. Les opérations 5f et 5j ont dégagé un sentier empierré adjacent à la structure R9. Ce monticule de forme oblongue comporte une structure sur sa façade sud, dévoilée lors du sondage 5d, qui évoque un large escalier de galets de rivière. Un total de 37 unités d'échantillonnage est associé à la structure R9. De ce nombre, 16 unités proviennent de sentiers, de l'escalier et du parement empierré. Il faut ajouter les 21 unités retrouvées en surface associées au parement est, qui furent déplacées suite à la construction du rail de transport de bananes.

La structure architecturale R13 [figure 5.3] située à l'extrémité nord du site, endommagée à son extrémité ouest, correspond à un monticule circulaire d'environ 25 m de diamètre. Ce monticule a fait l'objet de fouilles clandestines intenses dans le passé, comme le démontre la présence de pierres plates, en surface, servant de couvercles aux tombes à caisson. Il a été possible de sélectionner 22 unités d'échantillonnage de surface provenant des extrémités nord et sud du monticule et adjacentes à un corridor, vestige d'un rail de transport.

Le monticule circulaire R8 a également été scindé en deux, en direction nord-sud, pour faire place au rail de transport. La visite des chercheurs de trésors a laissé des trous béants pouvant atteindre près de 10 m de diamètre, suggérant l'utilisation d'un équipement mécanique pour faciliter le pillage des sépultures qui s'y trouvaient. Le piètre état de cette structure ne permet pas de déterminer avec précision son diamètre, que nous estimons à environ 27 m. Seuls cinq galets de surface ont pu être sélectionnés pour les besoins de notre échantillon.

Il n'a pas été possible de procéder à la sélection d'unités d'échantillonnage pour les monticules R14, R15 et R16 [figure 4.7], ces derniers étant recouverts d'une épaisse végétation. La structure R21 fut l'objet de fouilles clandestines intenses dans le passé, similaire à la structure R8. Son délabrement est tel qu'il est impossible de déterminer avec certitude si cette structure correspond à un monticule circulaire. Seule la présence de pierres plates et de galets pêle-mêle témoigne d'un espace utilisé pour les enterrements.

Les structures R2, R3 et R4 [figures 5.6, 5.7] situées dans le secteur des enceintes présentent l'aspect d'un ensemble architectural public, formé de plusieurs enceintes de pierres, en position parallèle. Nous avons sélectionné 44 unités d'échantillonnage de la structure R2, étalées sur une distance d'environ 110 m. La structure R3 de 30 m de longueur a livré 12 unités et 30 unités proviennent de la structure R4, réparties sur une distance de 70 m. Un total de 86 unités d'échantillonnage ont été sélectionnées selon la méthode systématique à tous les 10 m, par grappe de trois unités. Seules les unités en surface ont été choisies aux fins de notre échantillonnage afin de ne pas abimer les enceintes.

Nous achevons cette description des structures échantillonnées avec les chaussées empierrées, la *calzada* iroquois et la *calzada pocora*. La *calzada* iroquois est située à l'ouest de la place publique et selon notre estimation, aurait 1,4 km de longueur sur environ de 1 à 7 m de largeur. Nous avons échantillonné cette structure sur une distance d'environ 100 m ; cette section avait préalablement été nettoyée afin de pouvoir procéder aux sondages 7a et 7b. Ces sondages ont révélé une structure dont l'état de conservation variait entre très altéré à excellent. Un total de 52 unités d'échantillonnage, dont 13 unités *in situ* dévoilées lors de l'opération 7b, furent sélectionnées aux fins de notre compilation. La méthode de sélection des unités d'échantillon fut la même que celle employée pour les enceintes, par grappe de trois unités à tous les 10 mètres (Drennan 1996b : 87).



**Figure 5.5** Structure R9 (Photographie : Eddy Lachapelle).



**Figure 5.6** Structures R2 et R3.

(Photographies : Eddy Lachapelle).



**Figure 5.7** Structure R2.

À l'est de l'emplacement central s'engage la chaussée *calzada pocora* sur une distance d'environ 1,5 km, qui se termine à l'extérieur de la ville de Pocora sur une propriété privée connue sous le nom du site Gaby (Vázquez Leiva et Chapdelaine

2005 : 23). Cette chaussée était recouverte d'une épaisse couche de végétation lors de notre visite [figures 5.8, 5.9]. Nous avons parcouru plus de 600 m, soit la distance entre la place centrale de Las Mercedes et le Rio Dos Novillos, pour obtenir neuf unités d'échantillonnage. Lors de ce parcours, nous avons croisé trois voies d'eau peu profondes traversant perpendiculairement la *calzada pocora*. L'identification des vestiges de cette *calzada* répartis de chaque côté des voies d'eau reste aisée [figures 5.10, 5.11]. Du côté est du Rio Dos Novillos, la chaussée empierrée fait place à la ville de Pocora sur une distance d'environ 700 m, pour réapparaître sur la propriété du site Gaby, de part et d'autre de la *quebrada* Santa Emilia. Ce site situé à la limite orientale de la ville de Pocora recèle les vestiges de structures sous les formes d'enceintes et de monticules ; cet ensemble architectural semble suggérer la limite du secteur de Las Mercedes. Seules cinq unités associées à la *calzada pocora* furent sélectionnées aux fins d'échantillonnage.



**Figure 5.8** Chaussée empierrée *pocora* sous la végétation (Photographie : Eddy Lachapelle).

Le site Gaby présente plusieurs types d'aménagement architecturale dont un type de structure s'apparentant à deux promontoires d'une longueur d'environ 5 m ayant pu



**Figure 5.9** La végétation recouvre entièrement la chaussée empierrée pocora (Photographie : Eddy Lachapelle).

accueillir des sculptures de pierre et deux enceintes murales direction est-ouest distancées d'environ 50 m, entrecoupées d'un passage pour s'emboîter dans les promontoires. Une chaussée empierrée traverse les structures précitées pour atteindre un escalier de pierres en direction de la *quebrada* Santa Emilia, ce qui laisse à



**Figure 5.10** Chaussée empierrée traversée par un cours d'eau (Photographie : Eddy Lachapelle).

penser que les visiteurs devaient franchir un pont avant de se diriger vers la place publique de Las Mercedes en empruntant la *calzada pocora*. Un total de 30 unités d'échantillonnage provient des enceintes et des promontoires du site Gaby, cependant elles n'ont pas été retenues dans notre étude en l'absence de données quantitatives des structures. Le tableau I résume la distribution des unités d'échantillonnage par secteurs.



**Figure 5.11** Chaussée empierrée traversée par un cours d'eau (Photographie : Eddy Lachapelle).

**Tableau I** Distribution des unités d'échantillonnage

STRUCTURE	OPÉRATIONS						SURFACE				Total
	3 F	5 F	5 D	5 J	5 I	7 B	Nord	Est	Sud	Ouest	
Monticule R8							3		2		5
Monticule R9		16	4	10	6			21			57
Rampe R11							3	10	5	10	28
Monticule R12	10								12		22
Monticule R13										22	22
<b>Nombre total d'unités d'échantillonnage du secteur des monticules</b>											<b>134</b>
<hr/>											
Enceinte R2	Trois unités d'échantillonnage prélevés à tous les 10 mètres										44
Enceinte R3	Trois unités d'échantillonnage prélevés à tous les 10 mètres										30
Enceinte R4	Trois unités d'échantillonnage prélevés à tous les 10 mètres										12
<b>Nombre total d'unités d'échantillonnage du secteur des enceintes</b>											<b>86</b>
<hr/>											
Chaussée iroquois						13	Surface = 39 unités				52
Chaussée <i>pocora</i>	Surface = 12 unités										12
<b>Nombre total d'unités d'échantillonnage du secteur des chaussées empierrées</b>											<b>66</b>
<hr/>											
<b>Nombre total d'unités d'échantillonnage</b>											<b>286</b>

Les structures susmentionnées apparaissent au plan des aménagements de Las Mercedes (voir figure 4.7).

## Chapitre 6 : Analyse préliminaire des unités échantillonnées

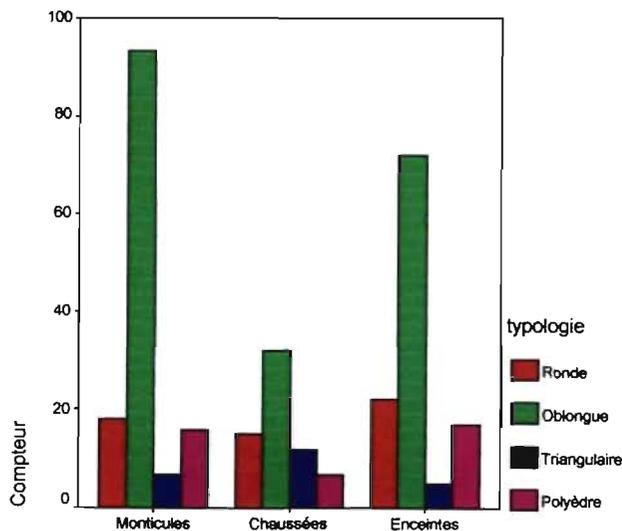
Les unités d'échantillonnage sélectionnées ont été compilées à l'aide du logiciel SPSS version 10.1.0. Ces unités, correspondant à des galets de rivière choisis de façon aléatoire, proviennent de trois catégories de structure (populations) : les galets utilisés dans la construction de monticules, d'enceintes et de chaussées empierrées.

### 6.1 Histogrammes sur les attributs et typologie morphologique

L'histogramme de distribution [figure 6.1] présente un premier résultat sur la morphologie des galets extraits de chacune des populations précitées [annexe V] et démontre l'emploi de pierres hétérogènes, avec une prédominance de l'attribut « oblongue ». Cette propriété a peu ou pas de conséquence sur le cout de construction des enceintes ou des monticules. Toutefois, il en est tout autrement lorsqu'il s'agit de la construction des chaussées empierrées.

particularité

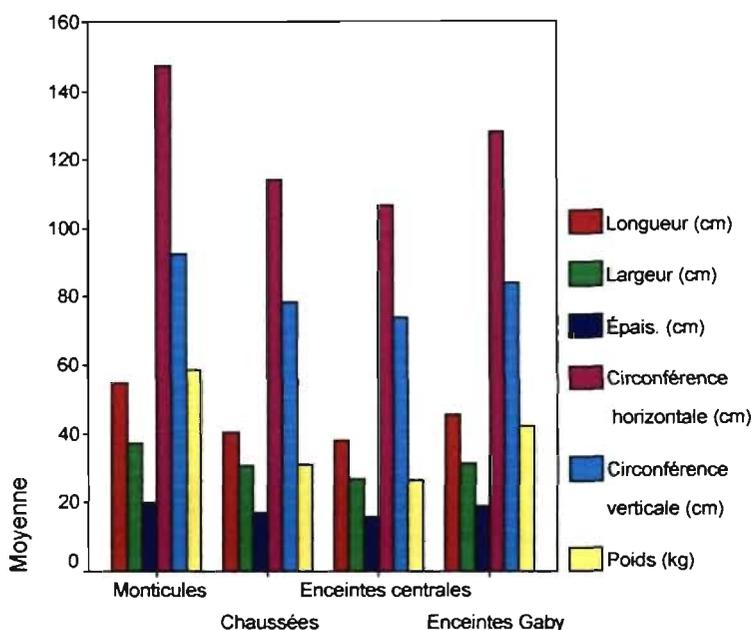
**Figure 6.1** Distribution selon une typologie morphologique.



Comme nous l'avons déjà mentionné, le choix des formes implique une planification de la quantité de galets requis par type morphologique, une donnée qui doit être prise en compte lors de la sélection des unités, à la source et lors de leur mise en

place, pour respecter une matrice de construction la plus uniforme possible. L'hétérogénéité significative des galets entrant dans la construction des chaussées ne saurait être l'effet du hasard. L'usage de pierres polymorphes implique une difficulté additionnelle qui se répercute sur le temps d'installation, qui aurait été réduite d'autant avec l'utilisation de galets respectant une morphologie plus homogène.

**Figure 6.2** Distribution des variables regroupées par secteur.



L'histogramme de distribution des attributs quantitatifs [figure 6.2] démontre une asymétrie entre les variables du secteur des monticules et celles des autres secteurs, à l'exception de la variable épaisseur. Chacun des secteurs présente des caractéristiques métriques qui lui sont propres, qui respecterait une fourchette de mesure qui pourrait s'expliquer par une exigence des devis, une certaine standardisation des matériaux utilisés dans l'érection des structures variant selon leurs destinations. Cette variabilité n'est pas aussi accentuée avec la variable épaisseur qui présente une plus grande symétrie qui s'explique par les mêmes raisons précitées. Ce choix pourrait vouloir obéir à une préoccupation d'ordre esthétique, un aspect visuel harmonieux ou simplement une exigence de la technique de construction privilégiée par le responsable du projet. Une autre explication serait que notre échantillon contient une distorsion due à une taille d'échantillonnage insuffisante extraite des populations échan-

tillonnées. Ainsi, il est impératif de procéder à une évaluation des résultats statistiques de chacun de nos échantillons pour déterminer leur degré de précision.

## **6.2 Analyse des variables quantitatives prélevées des unités d'échantillonnage**

L'avantage de l'échantillonnage statistique ou probabiliste réside dans la capacité de projeter les résultats de l'échantillon à l'ensemble de la population observée. Cependant, cette projection sera significative pourvu que la précision d'échantillonnage se situe à l'intérieur d'un coefficient acceptable (Arkin 1961 : leçon 2, 6-7). Quel est ce degré de précision d'échantillonnage acceptable ? Afin de respecter une approche objective et scientifique, et en l'absence de données archéologiques à ce sujet, nous avons choisi de retenir les mêmes critères que ceux employés par les firmes spécialisées de sondages. Au Québec, les firmes de sondages d'opinion les plus importantes sont CROP et Léger Marketing, qui utilisent systématiquement une précision d'échantillonnage de trois points ou  $\pm 3 \%$ , pour un seuil de confiance de 95 % (deux écarts types). Les firmes internationales Ekos, Angus Reid et CNN utilisent un taux qui n'excède pas 5 points ou  $\pm 5 \%$  pour un seuil de confiance de 95 % ; statistiquement, ces échantillons sont fiables 19 fois sur 20. Ainsi, dans le cadre de notre recherche, nous devrions espérer obtenir une précision d'échantillon n'excédant pas  $\pm 5 \%$ , pour un seuil de confiance de 95 %.

### **6.2.1 Analyse des variables quantitatives du secteur « monticules »**

Avant de procéder à une analyse détaillée des résultats, nous expliquons le contenu du tableau II. La colonne 2 indique le nombre (N) d'unités d'échantillonnage compilé, qui varie en fonction de la variable mesurée, selon que l'unité est *in situ* (sans possibilité de la déplacer) ou libre d'accès. La colonne 3 indique les mesures minima et maxima par variable. La colonne 4 indique la précision de l'échantillon qui est calculée manuellement ; cette application n'est pas disponible avec le logiciel SPSS. Cette précision s'obtient en appliquant la formule suivante :

$$\text{Pr \%} = (\text{ES } x \pm 1,97) / \mu.$$

• Le facteur 1,97 correspond à un seuil de confiance de 95 % et  $\mu$  correspond à la moyenne mathématique des unités échantillonnées. Ce facteur varie entre 1,97 et 2,00 % ou plus selon la taille de l'échantillon.

• L'erreur standard (ES) est donnée par SPSS. Il s'obtient à l'aide de la formule suivante (Drennan 1996b : 128) :  $ES = \sigma / \sqrt{n-1}$

•  $\sigma$  = écart-type de l'échantillon et  $n$  = nombre d'unités d'échantillonnage

Cette formule de calcul de l'erreur standard s'avère d'une grande utilité lorsqu'il est nécessaire de connaître la taille d'échantillonnage requise selon une précision prédéterminée.

**Tableau II** Analyse des variables de l'échantillon du secteur « monticules »

Description	N	Minimum Maximum	Précision	Moyenne		Écart Type	C.V. R.	Symétrie		Aplatissement	
				Stat.	Erreur Type			Stat.	Erreur type	Stat.	Erreur type
Longueur (cm)	134	34,8 - 86,5	2,43 %	53,85	0,660	7,64	14,2 %	0,485	0,209	1,517	0,416
Largeur (cm)	134	25,0 - 55,1	2,08 %	36,13	0,526	6,09	16,9 %	0,483	0,209	-0,016	0,416
Épaisseur (cm)	93	14,0 - 27,0	2,73 %	19,68	0,270	2,61	13,3 %	0,217	0,250	-0,111	0,495
Circonférence horizontale (cm)	134	104,0 - 184,0	1,93 %	144,8	1,414	16,37	11,4 %	0,052	0,209	-0,434	0,416
Circonférence Verticale (cm)	93	59,5 - 122,5	2,62 %	92,63	1,221	11,77	12,8 %	0,088	0,250	-0,332	0,495
Poids (kg)	93	27,0 - 116,0	5,90 %	58,59	1,746	16,84	28,7 %	1,100	0,250	2,020	0,495

Précision de l'échantillonnage pour un seuil de confiance de 95 % ou 1,978 et 1,985 l'erreur type selon la taille de l'échantillonnage. (C.V.R.) Coefficient de variation relative.

Les colonnes 5 et 6 donnent la moyenne arithmétique, l'erreur standard (ES) et l'écart-type de chacune des tailles d'échantillon. La colonne 7 représente le coefficient de variation relative (CVR), qui désigne le degré de variabilité, à l'intérieur d'un échantillon, de chacune des variables. Cette mesure peut s'avérer un indice de standardisation des matériaux utilisés par les constructeurs de Las Mercedes. Nous traiterons davantage de ce coefficient de variation relative à la fin du présent chapitre. Cette mesure de dispersion de la moyenne se résout selon la formule suivante (Costin et Hagstrum 1995 : 631) :  $CVR = 100 \times \sigma / \mu$

$\sigma$  = écart-type de l'échantillon et ( $\mu$ ) = la moyenne arithmétique de l'échantillon

Les dernières colonnes « symétrie et aplatissement » sont une indication de la distribution des unités d'échantillonnage. Une valeur d'aplatissement égale à « 0 » signifie que les unités sont dispersées en nombre égal des deux côtés de la moyenne. Une distribution statistique des valeurs des unités autour de la moyenne indique un degré de symétrie qui se rapproche d'une distribution normale. Les valeurs mesurant la symétrie et l'aplatissement statistique d'un échantillonnage compris entre «  $\pm 1$  » signifient que la distribution des valeurs est excellente, puisqu'elle ne s'écarte que légèrement de la normalité (moyenne). Une valeur de «  $\pm 2$  » peut être considérée comme acceptable pour une grande partie des études (George et Mallery 2001 : 86-87).

La compilation des mesures de chacune des variables [tableau II] provient d'unités extraites de la population du secteur des monticules. Le résultat démontre une erreur d'échantillonnage inférieure à  $\pm 3\%$  (colonne 4) pour cinq des variables. Toutefois, la variable « poids », avec une précision de  $\pm 5,9\%$  excède nettement le taux visé de  $\pm 5\%$ , pour un poids moyen de 58,594 kg selon un seuil d'assurance de 95 %. Ce résultat indique que le poids moyen des galets utilisés dans l'érection des parements des monticules se situe entre 55,154 kg et 62,154 kg, à un seuil de fiabilité de 95 %. Afin de respecter notre coefficient d'erreur maximum attendu, soit un taux de précision de  $\pm 5\%$  de la moyenne arithmétique, nous aurions dû obtenir un résultat se situant entre 55,66 kg et 61,52 kg. Selon la théorie probabiliste, l'établissement d'une taille d'échantillonnage pour un taux de précision prédéterminé, s'obtient à l'aide des formules suivantes :  $Pr \% = (ES \times 1,97) / \mu$  et  $ES = \sigma / \sqrt{n-1}$ . Disposant de résultats provenant d'un échantillon de 93 unités, nous pouvons procéder au calcul d'une taille théorique qui dans le cas présent correspond à 128 unités ou galets. En théorie, le coefficient de précision de  $\pm 5\%$  aurait pu être atteint s'il avait été possible de peser les 134 galets échantillonnés [tableau II]. Nous avons déjà mentionné la principale cause responsable de l'écart dans le nombre des unités mesurées.

Une seconde solution consiste à analyser les unités dont le poids se situe aux limites inférieures et/ou supérieures et de déterminer leur représentativité dans

l'échantillon. Le coefficient d'aplatissement de 2,02 suggère la présence de galets dont le poids excède largement la moyenne de l'ensemble des unités échantillonnées. Dans les faits, cet échantillon contient quatre galets d'un poids total de 436,8 kg, soit une moyenne de 109,2 kg, alors que la moyenne des 93 unités est de 58,594 kg. Lorsque ce genre de situation se produit, il faut déterminer la pertinence de l'exclusion de l'échantillon et de les considérer comme données exceptionnelles. Ces galets proviennent respectivement du monticule R13 et de la rampe R11. Ayant participé à la collecte des données de cet échantillon, nous sommes en mesure de confirmer la présence dans ces structures, à l'occasion, de galets d'un poids supérieur à 100 kg. Il ne s'agit pas d'éléments exceptionnels, mais bien de galets représentatifs de la population. Cette solution aurait comme conséquence l'inclusion d'une distorsion dans notre échantillon et doit, par conséquent, être rejetée.

En conclusion, nous constatons l'impossibilité, pour des raisons logistiques, d'augmenter notre taille d'échantillon de 41 unités additionnelles. Ainsi, il nous faut accepter un taux d'erreur supérieur à  $\pm 5,0\%$ . Cette approche analytique utilisée pour la variable « poids » est valable pour l'ensemble des variables ; toutefois, la précision d'échantillon obtenue est inférieure à  $\pm 3,0\%$ , leur représentativité de la population du secteur monticules n'est donc pas discutée. Ainsi, les moyennes statistiques [tableau II] résultant de la compilation de données de 6 variables seront utilisées lors de la compilation du cout standard de construction des monticules.

### **6.2.2 Analyse des variables quantitatives du secteur « chaussées empierrées »**

Les mesures des unités [tableau III] provenant de la population de ce secteur indiquent un taux d'erreur d'échantillonnage variant entre  $\pm 3\%$  et  $\pm 7,71\%$  (case 4). Cependant, la variable « poids » pose problème avec un taux de  $\pm 7,71\%$ , soit plus de 50 % du coefficient de précision attendu de  $\pm 5\%$ . Le poids moyen d'un galet de notre échantillon est de 30,927 kg avec un écart-type de  $\pm 8,2178$  kg, pour un coefficient de variation de 26,6 % (case 7) ; un tel écart s'explique généralement par une taille d'échantillonnage insuffisante.

**Tableau III** Analyse des variables de l'échantillon du secteur « chaussées empierrées »

Description	N	Minimum Maximum	Précision	Moyenne		Écart Type	C.V. R.	Symétrie		Aplatissement	
				Stat.	Erreur Type			Stat.	Erreur type	Stat.	Erreur type
Longueur (cm)	66	27,5 – 55,7	3,24 %	40,18	0,653	5,31	13,3 %	0,064	0,295	1,086	0,582
Largeur (cm)	66	17,5 – 44,0	4,08 %	30,63	0,626	5,09	16,7 %	0,054	0,295	0,461	0,582
Épaisseur (cm)	48	12,5 – 23,0	4,27 %	16,90	0,359	2,48	14,7 %	0,621	0,343	-0,178	0,674
Circonférence horizontale (cm)	66	58,5 – 137,5	2,86 %	114,3	1,636	13,29	11,6 %	-1,150	0,295	3,450	0,582
Circonférence Verticale (cm)	48	50,5 – 103,0	3,49 %	78,14	1,355	9,38	12,0 %	-0,108	0,343	0,896	0,674
Poids (kg)	48	15,5 – 54,5	7,71 %	30,93	1,186	8,22	26,6 %	0,162	0,343	0,198	0,674

Précision de l'échantillonnage pour un seuil de confiance de 95 % ou 1,996 et 2,01 l'erreur type selon la taille de l'échantillonnage. (C.V.R.) Coefficient de variation relative.

Quelle devrait être la taille d'échantillonnage qui permettrait d'obtenir un poids moyen avec un taux de précision acceptable ? Encore une fois, il faut déterminer la taille d'un échantillonnage en utilisant les formules :  $Pr \% = (ES \times 2,00) / (\mu)$  et  $ES = \sigma / \sqrt{n-1}$ . Ainsi, il faudrait mesurer le poids de 113 unités pour espérer obtenir une précision d'échantillonnage se situant dans les  $\pm 5 \%$ , une tâche impossible à accomplir, car il en résulterait une destruction de la chaussée.

Nous devons souligner un facteur particulier aux chaussées empierrées avant de considérer d'autres solutions. Les résultats de ces variables [tableau III] proviennent de 34 unités de la chaussée *calzada* iroquois et de 14 unités de la chaussée *calzada pocora*, prélevées sur des distances respectives des 120 m et de 600 m, alors qu'à l'origine ces chaussées auraient couvert plus de 2 km à l'ouest et 1 km à l'est. Ainsi, d'un point de vue scientifique, les unités échantillonnées ne peuvent pas représenter une image complète de la population du secteur chaussées empierrées, aujourd'hui détruite à plus de 75 %. De plus, le mode de construction de ces chaussées est très variable : selon les besoins, le constructeur a superposé deux rangées ou plus de galets pour traverser un cours d'eau. Stone (1972 : 29 ; 1977 : 182) rapporte que la chaussée atteint, à certains endroits, 1 m de hauteur. De plus, la largeur de ces chaussées varie entre 1 m et 7 m (Stone 1977 : 168) selon notre sondage 7b. Il y a donc lieu de revoir la notion de représentativité scientifique et d'utiliser ces données à titre

d'indice dans notre compilation des couts tout en insistant sur l'aspect spéculatif de la méthode employée pour ce secteur.

### 6.2.3 Analyse des variables quantitatives du secteur « enceintes »

Les résultats [tableau IV] provenant des unités d'échantillonnage prélevées des structures architecturales R3, R2 et R4 nécessitent une analyse plus ciblée des causes responsables des écarts de précision. Contrairement aux résultats obtenus des autres secteurs, toutes les unités d'échantillon du secteur ont pu être compilées pour chacune des six variables et démontrent un taux d'erreur d'échantillonnage qui varie entre  $\pm 3\%$  et  $\pm 8,18\%$  selon la variable mesurée. La variable « poids » et dans une moindre mesure, la variable « longueur » présentent un coefficient d'aplatissement supérieur à 2, exprimant une distribution des unités échantillonnées nettement asymétrique.

**Tableau IV** Analyse des variables de l'échantillon du secteur « enceintes »

Description	N	Minimum Maximum	Précision	Moyenne		Écart Type	C.V. R.	Symétrie		Aplatissement	
				Stat.	Erreur Type			Stat.	Erreur type	Stat.	Erreur type
Longueur (cm)	86	20,0 – 65,5	4,19 %	38,17	0,803	7,45	19,5 %	0,883	0,260	2,503	0,514
Largeur (cm)	86	16,0 – 36,5	3,63 %	26,99	0,493	4,58	17,0 %	0,041	0,260	-0,426	0,514
Épaisseur (cm)	86	8,0 – 24,5	4,58 %	15,59	0,359	3,33	21,4 %	0,235	0,260	-0,041	0,514
Circonférence horizontale (cm)	86	60,5 – 149,0	3,22 %	106,5	1,724	15,99	15,0 %	-0,112	0,260	0,664	0,514
Circonférence Verticale (cm)	86	51,9 – 100,5	3,10 %	73,91	1,155	10,71	14,5 %	0,174	0,260	-0,071	0,514
Poids (kg)	86	6,5 – 63,0	8,18 %	26,36	1,084	10,05	38,1 %	1,011	0,260	2,128	0,514

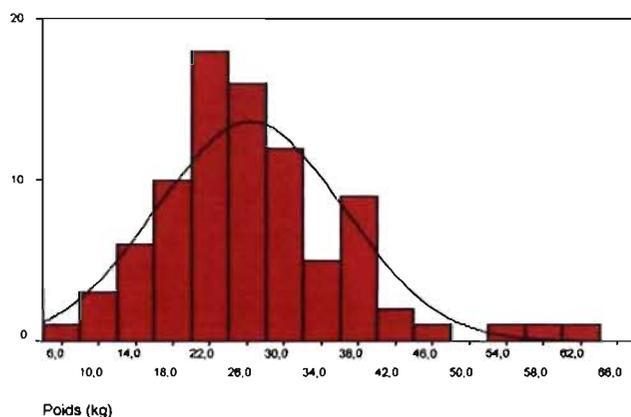
*Précision de l'échantillonnage pour un seuil de confiance de 95 % ou 1,98 l'erreur type.*

*(C.V.R.) Coefficient de variation relative.*

Un histogramme [figure 6.3] sur la dispersion des unités de la variable « poids » atteste d'un étirement vers la gauche causé par trois galets dont le poids excède 50 kg. Il n'y a pas lieu de décrire de nouveau l'approche analytique que nous privilégions lors d'un tel résultat. La première solution consiste à déterminer la taille d'échantillonnage pour obtenir une précision de  $\pm 5\%$ , qui correspond, après calcul, à 230 unités d'échantillon, soit 144 unités additionnelles. En théorie, cette solution est possible, les galets étant disponibles aux fins de sélection. La seconde solution con-

siste à analyser la pertinence ou la représentativité des unités jugées exceptionnelles. L'histogramme de dispersion de la variable « poids » démontre clairement que la grande majorité des données se situe entre 14 kg et 42 kg ; toutefois, nous ne sommes pas en mesure d'expliquer la présence de ces trois galets avec un poids variant entre 53 kg et 63 kg.

**Figure 6.3** Dispersion de la variable « poids »



Ces unités appartiennent-elles réellement à cette structure ? Auraient-elles été utilisées à d'autres fins, comme socle [figure 6.4] de statue (Hartman 1901 : 10) ? Une approche scientifique suggérée consiste à stratifier cet échantillon en trai-



**Figure 6.4** Pierre plate située au sommet de la structure R1 à son extrémité est (Photographie : Eddy Lachapelle).

tant les unités « exceptionnelles » comme une population distincte, et à procéder à un second processus d'échantillonnage aléatoire d'unités d'échantillon dont le poids, à titre d'exemple, excède 50 kg et plus (Drennan 1996b :237). Ce complément d'échantillonnage pourra être effectué lors d'un futur programme archéologique.

Nous avons procédé à une révision détaillée des données des variables « longueur » et « poids » et conclu que six unités devaient être retirées de notre échantillon afin d'obtenir une distribution avec un taux d'aplatissement inférieur au coefficient 2. Une révision des résultats [tableau V] à la suite du retrait des données jugées « exceptionnelles » démontre des coefficients d'aplatissement nettement améliorés avec des coefficients inférieurs  $\pm 2\%$ . La précision générale de l'échantillon est nettement inférieure au taux anticipé de  $\pm 5\%$ , à l'exception de la variable « poids » avec un taux de  $\pm 6,5\%$ .

Toutefois, les coefficients de symétrie et d'aplatissement indiquent une distribution des données réparties relativement de chaque côté de la moyenne arithmétique. Nous soulignons que la stratification des unités échantillonnées influence très peu la moyenne arithmétique de chacune des variables. La principale variable concernée « poids » est passée d'une moyenne arithmétique de 26,36 kg à 25,89 kg, pour une différence de 0,470 kg, alors que la moyenne des autres variables a très peu varié. Cette correction aura peu d'influence sur l'évaluation des couts standards de construction, alors que la précision statistique passe de 8,18 % à 6,51 %.

**Tableau V** Analyse révisée des variables de l'échantillon du secteur « enceintes »

Description	N	Minimum Maximum	Précision	Moyenne		Écart Type	C.V. R.	Symétrie		Aplatissement	
				Stat.	Erreur Type			Stat.	Erreur type	Stat.	Erreur type
Longueur (cm)	80	24,0 – 62,5	3,78 %	38,26	0,730	6,53	17,0 %	0,990	0,269	1,851	0,532
Largeur (cm)	80	16,0 – 36,5	3,54 %	26,93	0,479	4,28	15,9 %	0,018	0,269	-0,238	0,532
Épaisseur (cm)	80	9,0 – 24,5	4,47 %	15,61	0,351	3,13	20,0 %	0,428	0,269	0,015	0,532
Circonférence horizontale (cm)	80	60,5 – 134,0	2,89 %	106,6	1,547	13,84	13,0 %	-0,178	0,269	0,569	0,532
Circonférence Verticale (cm)	80	51,0 – 97,5	2,84 %	73,85	1,055	9,43	12,8 %	0,137	0,269	-0,027	0,532
Poids (kg)	80	9,5 – 46,0	6,51 %	26,88	0,847	7,58	29,3 %	0,437	0,269	-0,203	0,532

*Précision de l'échantillonnage pour un seuil de confiance de 95 % ou 1,99 l'erreur type.*

*(C.V.R.) Coefficient de variation relative.*

### 6.3 Le coefficient de variation relative (CVR)

Nous terminons ce chapitre par une brève explication sur le coefficient de variation relative (case 7), une mesure statistique désignant le degré de variabilité de chacune des variables. Cet indicateur statistique, employé en archéologie, correspond à un niveau d'uniformité ou de standardisation des matériaux ou des vestiges culturels découverts lors de recherches archéologiques. Il s'agit d'une mesure de dispersion qui confronte l'écart-type à la moyenne arithmétique d'un même échantillon, selon la formule suivante :  $CV = 100 \times \sigma / \mu$  (Eerkens et Bettinger 2001 : 502). En général, dans la majorité des applications statistiques, un coefficient de variabilité supérieur à 10 % élimine toute inférence d'uniformité (Harnett et Murphy 1993 : 49). Notons qu'il s'agit d'un taux d'uniformité qui implique l'intervention humaine, que ce soit sous la forme manuelle (façonnage) ou mécanique (industrielle). Pour peu que l'on sache, ce coefficient de variabilité n'a jamais été utilisé pour mesurer un matériau modelé par l'action d'éléments naturels tels que le vent et l'eau. Dans ce cas particulier, il y aurait peut-être lieu de relativiser ce critère de 10 %.

**Tableau VI** Analyse du coefficient de variabilité par secteur

Variables	Secteur « Monticules »		Secteur « Chaussées »		Secteur « Enceintes »	
	C.V.R.	M = $\mu$	C.V.R.	M = $\mu$	C.V.R.	M = $\mu$
Longueur	14,2 %	53,85 cm	13,3 %	40,18 cm	17,0 %	38,26 cm
Largeur	16,9 %	36,13 cm	16,7 %	30,63 cm	15,9 %	26,93 cm
Épaisseur	13,3 %	19,68 cm	14,7 %	16,90 cm	20,0 %	15,61 cm
Circonf. horizontale	11,4 %	144,83 cm	11,6 %	114,30 cm	13,0 %	106,58 cm
Circonf. verticale	12,8 %	92,63 cm	12,0 %	78,14 cm	12,8 %	73,85 cm
Poids	28,7 %	58,59 kg	26,6 %	30,93 kg	29,3 %	25,89 kg
Moyenne	16,3 %		15,8 %		18,0 %	

Nous avons reproduit un sommaire [tableau VI], à l'aide des tableaux I, II et IV, des mesures du coefficient de variabilité par variables et groupé par secteurs. Un examen préliminaire indique un degré de variation supérieur à 10 % pour toutes les variables concernées avec une majorité (77 %) égale ou inférieure à un coefficient de

17 %. Comme il ne nous est pas possible de comparer nos résultats à d'autres études similaires, nous nous restreindrons à l'objectif premier de cet exercice ; cette méthode permet-elle d'identifier un niveau d'uniformité ou de standardisation de matériau de construction représenté par des galets de rivière ?

L'analyse de la variance consiste à détecter des différences concernant les moyennes de plusieurs échantillons, lorsque toutes les données sont regroupées dans un seul échantillon. L'échantillon du secteur monticules comprend cinq sous-groupes — R8, R9, R11, R12 et R13, le secteur enceintes en comprend trois — R2, R3 et R4, alors que le secteur chaussées en comprend deux. Le nombre d'unités d'échantillons compris dans chacun des sous-groupes varie considérablement, ce qui est susceptible d'influencer le facteur global. La méthode du coefficient de variation relative ne permet pas de pondérer l'effet du nombre restreint d'un sous-groupe. À titre d'exemple, le sous-groupe R2 comprend quarante-quatre unités, le sous-groupe R3 comprend douze unités et R4 comprend trente unités. Le secteur enceintes indique [tableau VI] un coefficient moyen de 15,8 % pour l'ensemble des sous-groupes. Y a-t-il un sous-groupe qui influence de façon significative ce coefficient de 15,8 % ? Il faudrait être en mesure de comparer toutes les variances de tous les sous-échantillons.

D'autres mesures statistiques permettent de comparer les moyennes de plusieurs sous-groupes. Parmi ces méthodes, le « t » de « Student », lorsqu'il s'agit de comparer deux échantillons différents et le test « ANOVA » lorsque le nombre des sous-groupes n'excède pas huit. Toutefois, ces méthodes exigent une analyse rigoureuse qui dépasse le cadre de notre recherche. En conclusion, les résultats apparaissant au tableau VI ne nous permettent pas d'inférer une standardisation des matériaux destinés à la construction de diverses structures, toutefois, à l'exception de la variable « poids », les coefficients intersecteurs laissent à penser à l'existence de critères de base lors de la sélection des galets.

## Chapitre 7 : Conversion des activités de construction en devise énergétique

Les opérations de fouilles de l'été 2005 ont permis de repérer quelques techniques de construction employées lors de l'édification de structures architecturales de la place centrale, comprenant les structures publiques et résidentielles du périmètre immédiat [figure 4.7]. Les principaux matériaux privilégiés sont essentiellement des galets de rivière et un remblai constitué de terre argileuse, de fragments de céramique et de moellons. Le site se trouvant dans un environnement peu favorable à la conservation des matériaux périssables, seules les structures en pierre ont pu résister aux actions destructives de la nature. Les sources documentaires ethnographiques, ethnohistoriques et archéologiques complètent nos connaissances sur le mode de construction et le type de superstructure qui coiffait ces fondations de pierres dans la région *Linea Vieja* à la période VI. Les familles des basses terres de l'Atlantique habitaient des *palenques* (Stone 1977 : 168 ), de formes rectangulaires ou circulaires, érigées sur une fondation de terre avec un parement de pierres, amarré à une charpente de bois recouverte d'un toit de forme conique garnie de palmes ou d'un autre matériau végétal. Les plans et les notes de fouilles de Skinner et de Hartman complètent notre base de données sur la reconstitution des diverses structures architecturales.

Le processus de conversion des structures en devise énergétique s'appuie sur la détermination du poids, du volume et des sources d'approvisionnement des matières premières entrant dans les opérations de construction. Celles-ci sont, subdivisées en quatre catégories de cout : le transport des matériaux de la source d'approvisionnement jusqu'au site ; la sélection et l'acquisition des matières premières à la source ; l'érection et la construction des structures architecturales ; le nivellement et l'aménagement des espaces à construire.

L'ensemble des taux de productivité utilisés, pour mesurer les activités de construction, provient d'observations ethnologiques et ethnoarchéologiques menées lors de recherches sur l'investissement énergétique par Abrams (1994), Erasmus

(1965) et Smailes (2000). Les résultats obtenus peuvent différer sensiblement lors de l'accomplissement d'une tâche similaire, de sorte que nous avons privilégié une approche qui inclut deux options de couts de construction, une « option 1 » dite minimale et une « option 2 » qui traduit un cout plus élevé [tableau VIII]. Lorsqu'un seul cout est disponible, le taux est alors le même pour les deux options.

## 7.1 Matières premières

La pierre ou galet de rivière et le remblai composé principalement de terre représentent l'ensemble des matières premières requises dans les activités de construction, si l'on exclut les matériaux destinés à l'érection des toitures. Le poids, le volume et la distance entre la source et la destination finale [tableau VII] doivent être mesurés avant de procéder à la compilation des quantités requises de ces matériaux dans la construction des diverses structures. Le poids moyen des galets provient de nos échantillons [tableaux I, II et IV], le volume des matériaux et des structures architecturales a été estimé par formules géométriques ou par un logiciel informatique « *Autocad* », employé par les firmes spécialisées en bâtiment. Le détail des calculs mathématiques peut être consulté à l'annexe I.

**Tableau VII** Données quantitatives sur les matières premières

Description	Référence	Poids« kg »	Référence	Volume « m <sup>3</sup> »
Galets (monticules)	Tableau II	58,59	Annexe I : 1a	0,0287
Galets (enceintes)	Tableau III	25,89	Annexe I : 1b	0,0121
Galets (chaussées)	Tableau V	30,93	Annexe I : 1c	0,0156
Remblai	Annexe I : 1d	1061,0	Annexe I : 1d	1,0000
Argile	Annexe I : 1e	1310,0	Annexe I : 1e	1,0000

### 7.1.1 Source d'approvisionnement de galets

Le Rio Dos Novillos s'avère la source d'approvisionnement de galets [figure 7.1] la plus rapprochée à 650 m de la place centrale de Las Mercedes. Elle aurait été

exploitée par les populations préhistoriques lors de la construction des structures de pierres. La chaussée *calzada pocora* traverse cette rivière pour se terminer à la *quebrada* Santa Emilia, à environ 700 m plus à l'est et a également dû servir de lieu d'approvisionnement à l'occasion. Toutefois, le lit et les berges du Rio Dos Novillos, contrairement à la *quebrada* Santa Emilia, recèle une quantité inestimable de galets. Ceux-ci auraient été la principale source des matières premières employées dans l'érection des structures architecturales de la place centrale. Le Rio Iroquois, situé à 1,4 km à l'ouest de Las Mercedes, a certainement servi à approvisionner en galets une partie de la chaussée *calzada* iroquois sans plus.



**Figure 7.1** Berges du rio Dos Novillos (Photographie : Eddy Lachapelle).

Ces rivières contiennent une telle variété de forme de galets que les ouvriers ont dû être contraints de longer ses berges pour sélectionner les matériaux selon l'exigence des constructeurs. Ainsi, nous avons inclus dans nos calculs un facteur moyen de 100 m afin de pondérer la distance parcourue en amont et en aval d'un espace théorique de triage des galets situé sur les berges des rivières (Aaberg et Bonsignore 1975 : 47). Nous estimons que les porteurs devaient parcourir une distance totale de 750 m pour transporter les matières premières de la source au site de construction de Las Mercedes. Le Rio Dos Novillos distant du Rio Iroquois d'environ 2

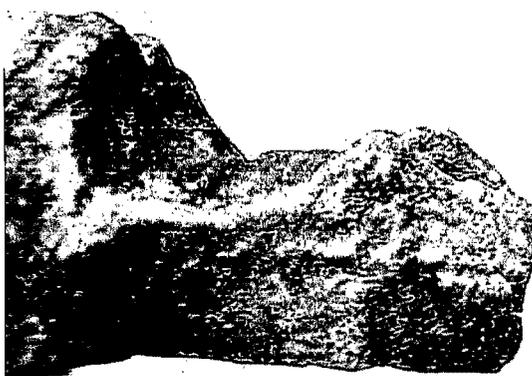
km, a sans doute servi de source d'approvisionnement dans la construction des chaussées empierrées. Dans l'hypothèse où la source la plus rapprochée du lieu d'édification avait préséance, nous avons estimé que les porteurs devaient parcourir une distance moyenne de 600 m, incluant le facteur de pondération, lors de la construction des chaussées empierrées iroquois et *pocora* ( $2,0 \text{ km} \div 2 = 1,0 \text{ km} \div 2 = 500 \text{ m} + 100 \text{ m}$ ).

### 7.1.2 Source d'approvisionnement du remblai

Le remblai employé dans l'érection de certaines structures architecturales est constitué de terre et en partie de moellons et de tessons de céramique représentant les périodes d'occupation IV, V et VI (1000 av. J.-C. jusqu'à 1550 ap. J.-C.), sans possibilité de distinction entre les niveaux de fouille (Vázquez Leiva et Chapdelaine 2005 : 79, 80, 88). Ce constat suggère que le remblai vient d'ailleurs sur le site, un endroit inconnu et probablement détruit avec les années, cette situation est similaire à celle du remblai utilisé dans l'érection de la pyramide du Soleil de Teotihuacan (Aaberq et Bonsignore 1975 : 43). En l'absence d'indices sûrs, nous formulons l'hypothèse selon laquelle le remblai proviendrait d'un espace culturel ancien, qui pourrait être situé non loin des plus anciennes sépultures, selon les notes de Skinner, de forme circulaire trouvées au sud de la *Linea Vieja*, à environ 500 m au sud de la place centrale. Ainsi, notre cout de transport sera basé sur l'hypothèse selon laquelle le remblai utilisé dans la construction des structures architecturales a été excavé à environ 500 m du site, non loin de l'endroit où fut découvert les sépultures de forme circulaire de la période IV.

### 7.1.3 Source d'approvisionnement d'argile

Hartman (1901 : 39) a découvert plusieurs blocs de sochete [figure 7.2], une argile rougeâtre utilisée comme enduit appliqué sur les enceintes murales de la place publique. Selon ses indications, nous situons cette carrière à environ 1,3 km en direction du mont Turrialba. Le poids et le volume de cette argile nous étant inconnus, nous avons utilisé les données d'Erasmus (1965 : 285).



**Figure 7.2** Morceau d'enduit *sochete* qui aurait recouvert les enceintes de la place centrale (Tiré de Hartman 1901 : Pl 15, fig. 5).

## 7.2 Détermination des couts de transport

Les populations de l'Aire Intermédiaire tout comme la Mésoamérique n'ayant pas d'animaux de trait, elles devaient donc compter entièrement sur la main-d'œuvre pour tout transport de charge (Sharer 1994 : 455). Ainsi, tout comme Abrams (1994 : 44), nous avons retenu qu'un individu peut supporter une charge moyenne de 22 kg pendant une journée de travail de cinq heures, alors que Erasmus (1965 : 387) avait opté pour une charge variant entre 22 kg et 28 kg. Notre choix se justifie essentiellement sur la similitude du climat entre Las Mercedes et celui de Copan, au Honduras, avec un environnement tropical alors que les études de Erasmus ont été menées à Uxmal, au Yucatan, où prévaut un climat sec. L'effet d'une intense humidité sur le corps humain réduit l'énergie d'un individu, ce que nous avons été personnellement en mesure de constater à l'été 2005. La découverte de paniers empilés et remplis de terre d'un poids moyen de 50 lb (22,7 kg), employés dans l'érection du monticule de Poverty Point, en Louisiane renforce ce choix (Aaberq et Bonsignore 1975 : 50).

Les couts énergétiques de déplacements sont identifiés en termes de « volume » pour une heure de travail fourni par une personne. Le calcul de ces couts horaires sont présentés au tableau VIII, cependant, le détail peut être consulté à l'annexe I.

a) Détermination du cout de transport des matières premières [annexe I : 2].

i) Formule utilisée par Abrams pour l'ensemble des matières premières (1994 : 44):

$$m^3/h = Q \times \frac{1}{(L/V + L/V')}$$

Q = volume en m<sup>3</sup> correspondant à un poids de 22 kg par voyage.

L = distance à parcourir en km.

V = vitesse avec charge = 3 km/h ; V' = vitesse sans charge = 5 km/h

ii) Observation sur le transport de pierre (Erasmus 1965 : 287)

Erasmus a évalué qu'un ouvrier pouvait transporter 950 kg de pierre sur une distance de 250 m pendant 5 heures. Nos calculs basés sur cette observation, tiennent compte des distances établies pour une charge moyenne de 22 kg.

iii) Observation sur le transport de remblai (Erasmus 1965 : 285)

Erasmus a observé qu'un ouvrier peut transporter 2 313 kg de terre sur une distance de 100 m pendant 5 heures, pour une charge moyenne de 20 kg. Ce résultat adapté à un poids de 1061 kg, une distance de 500 m et une charge de 22 kg donne un taux de 0,096 m<sup>3</sup>/h. Cette formule a servi au calcul du transport de l'argile après ajustement de la distance à 1,3 km et du poids de 1310 kg pour 1 m<sup>3</sup> (Erasmus 1965 : 284).

**Tableau VIII** Cout unitaire de transport des matières premières

Description	Référence	Option 1 « m <sup>3</sup> /h »	Option 2 « m <sup>3</sup> /h »	Distance mètres
Galets (monticules)	Annexe I : 2 a, i, ii	0,0270	0,0245	750
Galets (enceintes)	Annexe I : 2 a, i, ii	0,0258	0,0234	750
Galets (chaussées)	Annexe I : 2 a, i, ii	0,0347	0,0313	600
Remblai	Annexe I : 2 a, i, iii	0,0960	0,0778	500
Argile rouge	Annexe I : 2 a, i, iii	0,0298	0,0242	1300

### 7.3 Détermination des couts de sélection et d'excavation des matériaux

Les résultats de notre échantillonnage ont démontré que le format des galets variait suivant leur destination. Selon notre hypothèse précitée, une méthode de travail efficace consiste à procéder à une présélection des galets pour les regrouper dans un espace de triage (Aaberq et Bonsignore 1975 : 47). Nous avons déjà inclus une provision de 100 m dans notre cout global de transport des galets pour couvrir la distance entre le lieu de sélection et le centre de triage. Abrams (1994 : 46) a observé que la sélection de 7200 kg de pierres extraites de la rivière Copan, s'accomplissait en 8 heures de travail. Nous avons extrapolé ces données sur la sélection et l'acquisition des galets en fonction du poids moyen provenant de nos trois échantillons [tableau II, III et V]. Smailes (2000 : 95) et Erasmus (1965 : 284-285) ont mené des expériences similaires pour l'excavation de terre employée comme remblai.

**Tableau IX** Cout de sélection ou d'excavation des matériaux

Description	Référence	Option 1 « m <sup>3</sup> /h »	Option 2 « m <sup>3</sup> /h »
Galets (monticules)	Annexe I : 3 a	0,443	0,443
Galets (enceintes)	Annexe I : 3 a	0,420	0,420
Galets (chaussées)	Annexe I : 3 a	0,454	0,454
Remblai	Annexe I : 3 b	0,520	0,500
Argile	Annexe I : 3 b	0,520	0,500

L'expérience de terrain menée par Erasmus a impliqué l'utilisation d'outils primitifs lors de l'extraction de terre. Le tableau IX présente le résultat de nos calculs selon les options retenues.

### 7.4 Couts de construction ou d'érection des structures

Les techniques de construction des monticules comprennent l'érection d'un parement de galets superposés en rangées et le remplissage du centre avec un remblai composé principalement de terre et en partie de moellons et de tessons de céramique

(Hartman 1901 : 7-10 ; Vázquez Leiva et Chapdelaine 2005 : 32). Notre estimation repose sur les études de Smailes (2000 : 43) provenant de la construction d'un mur en adobes d'un volume de 1 m<sup>3</sup> effectuée en 9,9 h et comprend la manipulation, le positionnement et le mélange du mortier. Nous avons retranché la portion de temps liée à la préparation du mortier. Une observation similaire menée par Abrams (1994 : 51), pour la restauration d'un mur en maçonnerie de 3,2 m<sup>2</sup> et d'une épaisseur de 0,25 m a été complétée en 1 jour. Selon cet auteur, ce résultat peut s'appliquer tout aussi bien à la construction de murs en galets. Une autre expérience de terrain dirigée par Abrams (1994 : 50), pour l'ajout et le compactage de remblai, a permis d'établir un cout de 8 heures de travail pour 4,8 m<sup>3</sup>. Dans les faits, il n'a pas jugé approprié d'inclure une provision pour la fourniture d'eau étant donné la quantité requise négligeable et la proximité d'une source d'eau. La situation est similaire à Las Mercedes.

**Tableau X** Cout unitaire pour l'érection de structures

Description	Référence	Option 1 « m <sup>3</sup> /h »	Option 2 « m <sup>3</sup> /h »
Galets (monticules)	Annexe I : 4 a, i, ii	0,168	0,160
Galets (enceintes)	Annexe I : 4 a, i, ii	0,168	0,160
Galets (chaussées)	Annexe I : 4 a, i, ii	0,168	0,160
Remblai	Annexe I : 4 a, iii	0,600	0,600
Argile	Annexe I : 4 b, i, ii	0,560	0,400

Nous disposons de deux études pour déterminer les frais liés à l'application d'enduits sur les structures. Smailes (2000 : 107) a estimé que l'application de glaise sur un mur en adobes d'un m<sup>3</sup> nécessite 1,25 h, incluant un facteur compensateur relatif à une hauteur excédant 3 m. Nous avons réduit ce taux horaire de 30 % étant donné que cette particularité ne s'applique pas à notre étude. Abrams (1994 : 51) a calculé que l'application d'un plâtre sur une surface de 16 m<sup>2</sup> et de 2,5 cm d'épaisseur pouvait être complétée en 1 h. Ces observations ont été retenues dans nos calculs sur les frais d'érection ou de construction nécessaires à notre étude [tableau X].

## 7.5 Coûts de nivellement du terrain

Notre corpus de données provenant des opérations de fouilles de 2005, comprend des photos, des plans et des stratigraphies des puits de fouilles, ainsi qu'un plan topographique des structures R-9, R-11, R12, de la place publique avec ses enceintes et le monticule central R1 [figure 4.7], complété des plans de Hartman [figures 4.3] et de Skinner [figures 4.5]. Une analyse exhaustive de ces informations a mené à l'élaboration d'un modèle tridimensionnel (3D) représentant une reconstitution des structures architecturales de Las Mercedes, incluant leurs élévations et les niveaux des sols naturels. L'un des objectifs de cette reconstitution est de déterminer le relief topographique de l'espace naturel sur lequel furent érigées diverses structures afin d'estimer l'investissement en main-d'œuvre dans la préparation du terrain. Le résultat de nos analyses [tableau XI] suggère que la structure R9 [figure 7.3] repose sur un sol, dont la hauteur est plus élevée d'un mètre que celui sur lequel reposent les structures R11 et R12 [figure 7.4], alors que la terrasse construite pour recevoir le monticule R12 atteint entre 0 et 50 cm d'épaisseur. Si notre reconstitution est juste, les enceintes [figure 7.5] reposent sur une pente ascendante d'est en ouest avec une variation excédant 2 m (R4 et R6). Toutefois, les données sur les chaussées empierrées sont insuffisantes pour procéder à ce genre d'analyse. Cet exercice relatif à la reconstitution des sols naturels suggère que les travaux de préparation de terrain n'ont pas requis d'excavation majeure de nivellement. Le détail de ces analyses peut être consulté à l'annexe II.

Ainsi, la main-d'œuvre requise dans la préparation et le nivellement du terrain ne représente pas un facteur très important dans l'ensemble, de sorte que les données de Smailes (2000 : 95) et de Erasmus (1965 : 284-285) sur l'excavation des matières premières [tableau IX] serviront à titre de coût de nivellement. Celui-ci, consiste essentiellement à enlever une couche d'humus et de terre d'environ 10 cm d'épaisseur. Il y a lieu de préciser que nos estimations ne tiennent pas compte de l'abattage d'arbres ou de tous autres travaux d'envergure dont nous ignorons l'existence.

Tableau XI Estimation du niveau des sols

Structures	Référence	Opération	Niveau du sol
Enceinte R1	Annexe II : 1	10a	0,367 cm
Enceinte R2	Annexe II : 2	s/o	- 0,79 cm à 0,68 cm
Enceinte R3	Annexe II : 3	s/o	- 0,671 cm
Enceinte R4	Annexe II : 4	s/o	- 0,23 cm à 1,24 m
Enceinte R6	Annexe II : 5	s/o	- 0,67 m
Enceinte R7	Annexe II : 6	s/o	- 0,60 m
Monticule R9	Annexe II : 7	5f, 5b, 5d	- 1,916 m à - 2,117 m
Rampe R11	Annexe II : 8	s/o	- 3,100 m
Terrasse R12	Annexe II : 9b	4 a	- 3,626 m à - 3,330 m
Monticule R12	Annexe II : 9a	3a, c, d	- 3,330 m à - 3,100 m
Monticule R13	Annexe II : 10	s/o	- 3,200 m

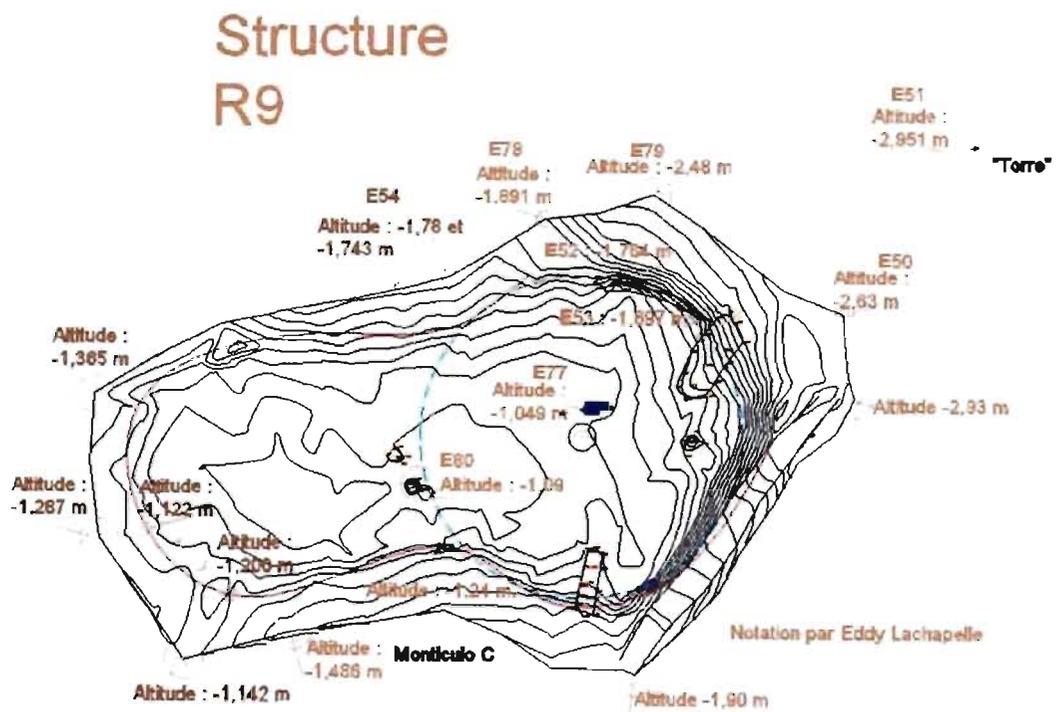
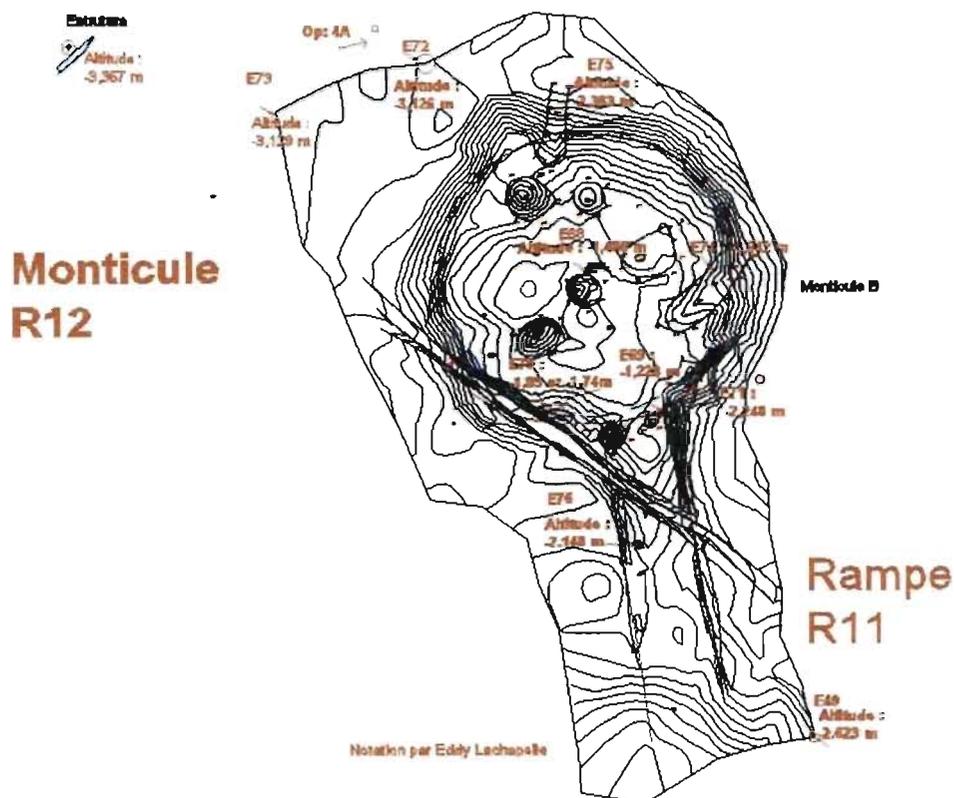


Figure 7.3 Plan topographique de la structure R9 (Tiré de Vazquez Leiva et Chapdelaine 2005 : 41, fig. 19).

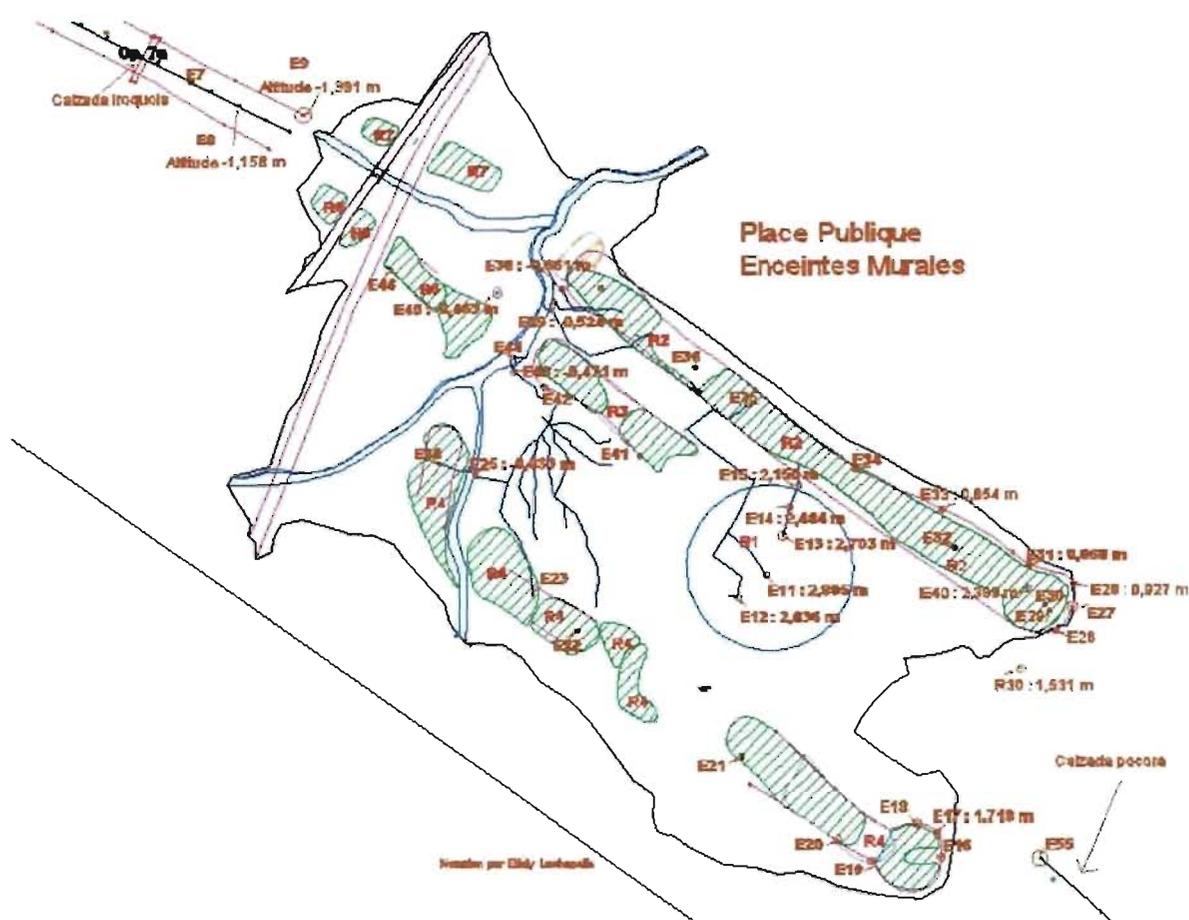


**Figure 7.4** Plan topographique des structures R11 et R12 (Tiré de Vazquez Leiva et Chapdelaine 2005 : 32, fig. 13).

### 7.6 Évaluation du volume des matières premières

Nous avons calculé par formule géométrique ou par logiciel « *Autocad* », le volume de chacune des structures architecturales. Cette opération est nécessaire, pour déterminer les quantités et les volumes des divers matériaux employés dans les activités de construction. Les recherches archéologiques de 2005 (Vázquez Leiva et Chapdelaine) ont révélé deux modèles de monticules circulaires, de diamètres variant entre 25 m (R13) et 28 m (R12), une rampe R11 fixée à la structure R12 et un modèle de monticule ovale (R9). Notre modélisation en trois dimensions du paysage culturel de Las Mercedes [figure 7.10], a été mis à contribution lors de la détermination de la hauteur de ces monticules et par ricochet, dans le calcul du nombre de rangées de galets entrant dans la construction du parement des monticules. Ainsi, notre modélisation, la description qualitative des principales structures dévoilées lors des recher-

ches de 2005, présentées au point 5.2, complétées d'une description quantitative détaillée à l'annexe III, ont servi à la détermination du volume des principales structures de Las Mercedes.



**Figure 7.5** Les enceintes murales R2, R3, R4, R6 et R7 et le monticule central R1 (Tiré de Vazquez Leiva et Chapdelaine 2005 : 29, fig. 11).

Cette appréciation volumétrique débute avec l'évaluation du nombre de galets contenus dans une rangée des parements circulaires (R12) et ovale (R9) suivant la formule de la circonférence d'un cercle soit :  $C = 2\pi R$ , pour obtenir qu'une circonférence d'un mètre de diamètre correspond à 3,1416 m linéaires. Les galets servant à la construction des parements sont positionnés dans le sens de la largeur [tableau II, 36,128 cm]. Un simple calcul mathématique donne comme résultat que 3,1416 m linéaires correspond à 8,696 galets par mètre de diamètre. Il devient aisé de calculer le nombre, le poids et le volume des galets [tableau XII] contenus dans chacune des

structures, à l'aide du facteur de 8,696 galets par mètre de diamètre. Ce facteur est appelé à varier selon le secteur visé tel que démontré par nos échantillons. Le détail des calculs portant sur la détermination des volumes des structures par secteur apparaît à l'annexe I, #6.

**Tableau XII** Données sur le volume des matières premières

Structures		Référence	Volume (m <sup>3</sup> )			
Description	Hauteur	Annexe	Total	Galets	Remblai	Argile
R1 monticule	4,2 m	Ann. I : 6b, ii	2102	138	1964	0
R2 enceinte	1,8 m et 2,5 m	Ann. I : 6b, i	1128	959	0	31
R3 enceinte	2,0 m	Ann. I : 6b, i	799	680	0	22
R4 enceinte	2,0 m et 3,0 m	Ann. I : 6b, i	928	789	0	25
R6 enceinte	1,8 m	Ann. I : 6b, i	352	299	0	10
R7 enceinte	1,8 m	Ann. I : 6b, i	228	194	0	7
R9 monticule	1,9 m	Ann. I : 6a, ii	1432	72	1360	0
R12 rampe R11	1,6 m /2	Ann. I : 6a, iii	168	22	146	0
R12 monticule	2,0 m	Ann. I : 6a, i	1232	70	1162	0
R12 terrasse	0,50 cm	Ann. III	286	0	286	0
R13 monticule	1,6 m	Ann. I : 6a, i	785	50	735	0
Chaussées	1 rangée	Ann. I : 6c	2282	1940	0	0

Le volume des enceintes est donné par « Autocad » [annexe III]. Afin de compenser l'espace entre les galets lors de leur mise en place, nous avons réduit le volume d'un galet par un facteur de 15 %. Nous avons déterminé que le volume d'enduit requis pour couvrir une structure correspond à environ 2,7 % de son volume total, établi avec la formule sur l'aire de surface et une épaisseur de la couche d'argile estimée à 4 cm [figure 7.2]. Nous avons privilégié l'utilisation du plan de Hartman [figure 4.4] pour calculer les données quantitatives nécessaires au calcul du volume de chacune des enceintes publiques. Aujourd'hui, ces vestiges partiellement détruits ou recouverts d'une épaisse couche de végétation rendent impossible une détermination métrique précise [figure 7.6]. Une attention particulière a été portée sur la hauteur du monticule principal R1. Selon Hartman (1901 : 7) la hauteur du monticule est de 6,5 m alors qu'à la lecture de son plan, nous obtenons 4,2 m. Nous aurions utilisé

l'élévation de 6,5 m si ce n'était de l'existence d'une photo [figure 7.7], prise par Hartman ou une personne de son équipe, d'un ouvrier au pied du monticule en question (Ohlsson de Formoso 1991 : 61). Si nous estimons la taille de l'ouvrier à 1,65 m, le rapport entre la hauteur de l'ouvrier et le monticule devrait être de 1 : 4 pour équivaloir à 6,5 m. Toutefois, d'après cette photo, ce rapport peu difficilement excéder trois fois la hauteur de l'ouvrier soit environ la hauteur apparaissant sur le plan de Hartman. Nous avons jugé qu'il était préférable de nous en tenir exclusivement au plan à l'échelle.

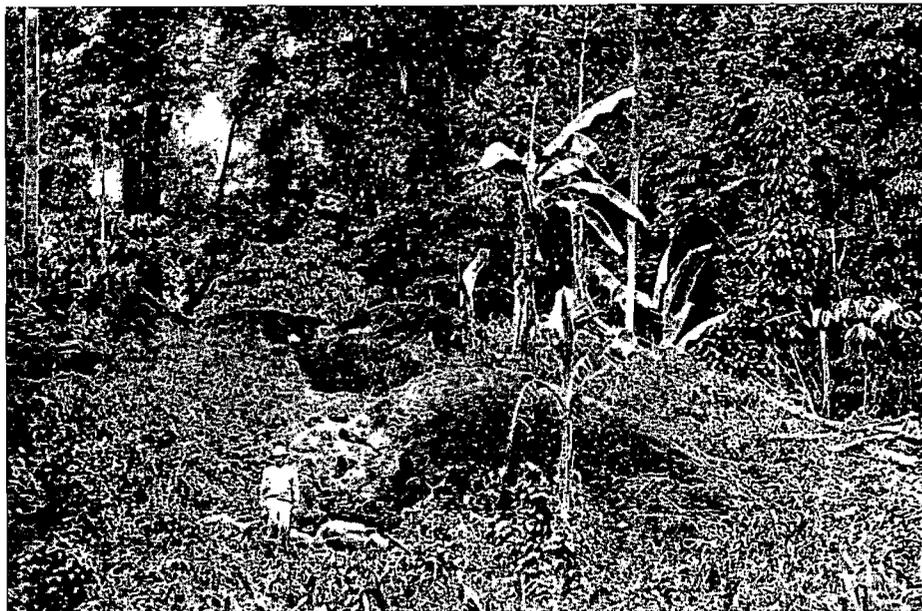


**Figure 7.6** Structures R2 et R3 (Photographie : Eddy Lachapelle).

### **7.7 L'investissement en main-d'œuvre pour la construction d'une superstructure**

Nous avons formulé l'hypothèse que l'une des fonctions des monticules circulaires servait de résidence familiale, à l'exception du monticule R1, selon les sources documentaires examinées et notées à la rubrique 4.4 et suivantes. Ainsi, notre étude doit inclure un coût énergétique pour l'approvisionnement, le transport et la construction d'un toit de certaines structures du secteur des monticules. Disposant de peu

**Figure 7.7** Photographie du monticule R1 datant de 1896 (Tiré de Ohlsson de Formoso 1991 : 61).



d'informations sur le type de toiture existant à l'époque préhistorique (Snarskis 1978 : 278), nous avons retenu un style de toiture [figure 4.8] provenant de textes et de notes de Hartman, et publiés par Anita Ohlsson de Formoso (1991 : 28). En complément, nous avons pu compter sur l'aide de devis provenant de toits de palmes [figure 7.8], présents de nos jours, sur l'île de Margarita, au Venezuela. La singularité de ces toits vient du fait qu'ils reposent entièrement sur des colonnes de côté, sans appui ou support central [figures 7.9]. Ce constat qui est conforme à une observation archéologique fréquemment mentionnée dans les rapports de fouilles (Quilter et Vargas 1995 : 206) à savoir l'inexistence de trou de poteau à l'intérieur des structures d'habitation. Les toits qu'il nous a été possible d'observer, reposaient sur une substructure excédant 15 m de diamètre. Nous avons estimé un cout global de 10 h/ m linéaire [annexe I, #7], établi essentiellement d'après des observations très générales de Smailes (2000 : 46-58). Aussi, nous suggérons de considérer ce cout à titre d'indice et non comme un cout standard fiable.



**Figure 7.8** Exemple d'un toit de palme (Photographie : Eddy Lachapelle).



**Figure 7.9** Exemple d'un toit sans support central (Photographie : Eddy Lachapelle).

## 7.8 L'investissement énergétique de Las Mercedes

Un cout énergétique individuel a été compilé pour un grand nombre de structures architecturales identifiées lors de la campagne de fouilles de 2005 (Vázquez Leiva et Chapdelaine 2005) à l'aide des données colligées et présentées dans les tableaux VI à XI de notre mémoire. Le tableau XIII représente une synthèse cumulative des divers éléments quantitatifs constituant un type de structures architecturales. Tous les couts exprimés en « heures pour une personne » apparaissant aux rubriques « option 1 » et « option 2 » incluent un facteur de majoration de 10 % (Webster and Kirker 1995 : 372) pour tenir compte de facteurs de production négative (Lehmann 1965 : 144). Ces facteurs comprennent la fatigue, les besoins personnels, le temps d'apprentissage, la variation des poids de charge, etc. Une « feuille de cout » a été compilée pour chacune des structures et peut être consultée à l'annexe IV.

**Tableau XIII** Cout énergétique de structures architecturales de Las Mercedes

Structures	Description	Référence Ann. IV	Option 1 (heures personne)	Option 2 (heures personne)	Poids du remblai (kg)	Poids des galets (kg)
R1	Monticule central	Feuille #1	37 300	43 300	2 083 804	281 017
R2+	Enceintes	Feuille #2 à 6	156 000	170 600	0	6 249 995
R9	Monticule oblique	Feuille #7	25 800	29 800	1 442 960	146 075
R12, R11	Monticule, terrasse	Feuille #8 à 10	30 300	35 100	1 691 234	186 270
R13	Monticule nord	Feuille #11	14 800	17 000	779 835	101 954
Chaussées	<i>Pocora</i> et iroquois	Feuille #12	48 400	52 700	371 350	3 846 355
Groupe I	(Hartman) 80 m <sup>3</sup>	(1901 : 14)	1 500	1 750		

Note : La hauteur du monticule R1 a été calculée à 4,2 m, pour correspondre à une hauteur de 6,5 m, les « heures » doivent être majorées de 54,76 %. R2+ = Enceintes R2, R3, R4, R6, R7.

Les sources documentaires, particulièrement les plans de Skinner et de Hartman, ont complété de façon exceptionnelle nos connaissances sur la population de Las Mercedes et en particulier sur le mode d'habitat et le mobilier. Ainsi, dans une perspective néoévolutionniste, nous avons jugé indispensable de procéder à l'appréciation d'une habitation située à l'extérieur de la place centrale. Hartman (1901 : 14) décrit un monticule du groupe I de 10 m de diamètre et d'une hauteur de

50 cm au dessus du sol, que nous avons majoré à 1 m pour tenir compte de la partie enfouie sous la végétation. Ce monticule situé à environ 300 m du monticule central comprenait cinq sépultures et l'une d'elles contenait une perle « *millefiori* » de fabrication européenne datée de la fin du XVI<sup>e</sup> siècle. Il s'agit là d'une donnée de grande importance permettant d'inférer une utilisation du monticule à la période du contact avec les Espagnols. Une estimation grossière (par extrapolation) du cout en main-d'œuvre du groupe I (Gr I), fondée sur les données de la structure R13, indique un rapport différentiel correspondant à un indice de richesse<sup>3</sup> de 1 : 8 [tableau XIII, heures totales, Gr I / R13] en terme d'énergie investie dans leurs constructions. Une comparaison similaire entre les structures R12 et R13 indique un ratio de 2 : 1. Ces résultats suggèrent l'existence d'une structure sociale hiérarchisée. Toutefois, un rapport de 1 : 1 entre les structures R9 et R12 confirme une problématique sur la fonction de R9. Quelques éléments doivent être mentionnés concernant cette structure. Tout d'abord, sa forme ovale ne correspond pas à la normalité architecturale du site. De plus, aucun indice de la présence de sépulture ne fut décelé lors de notre intervention en 2005, contrairement aux autres monticules environnants. Les opérations de fouilles 5d ouest et centrale ont révélé une structure qui a l'aspect d'un escalier d'environ 2 m de largeur (Vázquez Leiva et Chapdelaine 2005 : 44), une caractéristique suggérant une facilité d'accès qui est davantage associée à un bâtiment de type civique que résidentiel. Un large escalier laisse à penser que plusieurs personnes peuvent l'emprunter simultanément. De plus, les opérations 5d et 5j ont mis au jour des offrandes (ibid : 46,49) de construction ou des caches *in situ* conférant à cette structure, un caractère particulier. Enfin, lorsque l'on considère que l'investissement énergétique dans ces deux structures est similaire, il y aurait lieu, lors de recherches futures, d'envisager des fonctions à usage public ou civique (Vázquez Leiva et Chapdelaine 2005 : 80) comme un entrepôt destiné à l'élite, une habitation officielle lors de réunions avec des représentants des villages avoisinants, un lieu officiel pour régler les différends entre individus et autres fonctions similaires.

---

<sup>3</sup> La notion de richesse employée dans un contexte économique comprend, entre autre, l'accès à des ressources matérielles, la fabrication et la possession de biens. Dans une chefferie, la richesse est un symbole du rang social d'un individu ou d'un groupe d'individus. Ainsi, dans un contexte social, le calcul de l'énergie humaine investie dans l'architecture privée ou publique est un indicateur différentiel précis de la richesse de ces individus (Abrams 1994 : 6 ; Carmean 1991 : 160 ; Earle 1987 : 73).

Nous complétons nos analyses comparatives avec une ventilation de chacune des catégories de construction par type de structures [tableau XIV] et démontre de façon non équivoque que l'élément « transport » représente près des trois quarts des coûts énergétiques de tous les types de structures architecturales. Ainsi, il y a lieu de s'assurer de la justesse des données sur le lieu d'origine et des attributs des matières premières lorsqu'il est question de compilations de cette nature.

**Tableau XIV** Distribution des coûts énergétiques de Las Mercedes

Structures	Préparation du terrain		Approvisionnement		Transport		Construction		Toiture / Finition	
	Option 1	Option 2	Option 1	Option 2	Option 1	Option 2	Option 1	Option 2	Option 1	Option 2
R1	0,6 %	0,4 %	12 %	10,8 %	75,4 %	78,3 %	12 %	10,5 %	s/o	s/o
Enceintes	0,3 %	0,3 %	5 %	4,6 %	82,3 %	83,2 %	12,3 %	11,8 %	0,1 %	0,1 %
R9	0,7 %	0,6 %	11,9 %	10,6 %	71,9 %	75,3 %	11,5 %	10 %	4,0 %	3,5 %
R12, R11+	0,6 %	0,5 %	11,9 %	10,6 %	72,7 %	76 %	11,6 %	10,1 %	3,2 %	2,8 %
R13	0,7 %	0,6 %	11,4 %	10,2 %	70,8 %	74,2 %	11,3 %	10 %	5,8 %	5 %
Chaussées	5,9 %	5,6 %	5,5 %	5,1 %	72,3 %	73,7 %	16,3 %	15,6 %	s/o	s/o

La concentration d'architectures résidentielles et publiques dans la place centrale suggère une occupation de cet espace culturel par un groupe de la société qui, dans une perspective d'investissement énergétique, correspond à la classe dirigeante (Arnold et Ford 1980 : 713). On assisterait alors à une centralisation des pouvoirs, avec une complexité sociale accrue et des inégalités sociales (Pearson 2005 : 74). La majorité de la population habite en périphérie dans des résidences plus modestes selon les sources documentaires (Earle 1997 : 73-74), validées par nos résultats, avec un coefficient de l'indice de richesse de 8 : 1 (R13/Gr I) favorisant l'élite. Apparente ou réelle, cette richesse représentée dans l'architecture monumentale et les résidences de l'élite, définit la place centrale comme un lieu qui regroupe des personnes de haut rang. Le modèle anthropologique sur la concentration des structures monumentales (Sharer 1994 : 475, 509) correspond à la première étape des sociétés complexes, composées de deux groupes sociaux, l'élite et le reste de la population, et, vraisemblablement, un troisième groupe comprenant les esclaves (Stone 1977 : 180). Cette société complexe, de type « chefferie » ou « à rang », est liée à la notion de société hiérarchisée, qui repose sur l'inégalité sociale et l'accès différentiel aux ressources,

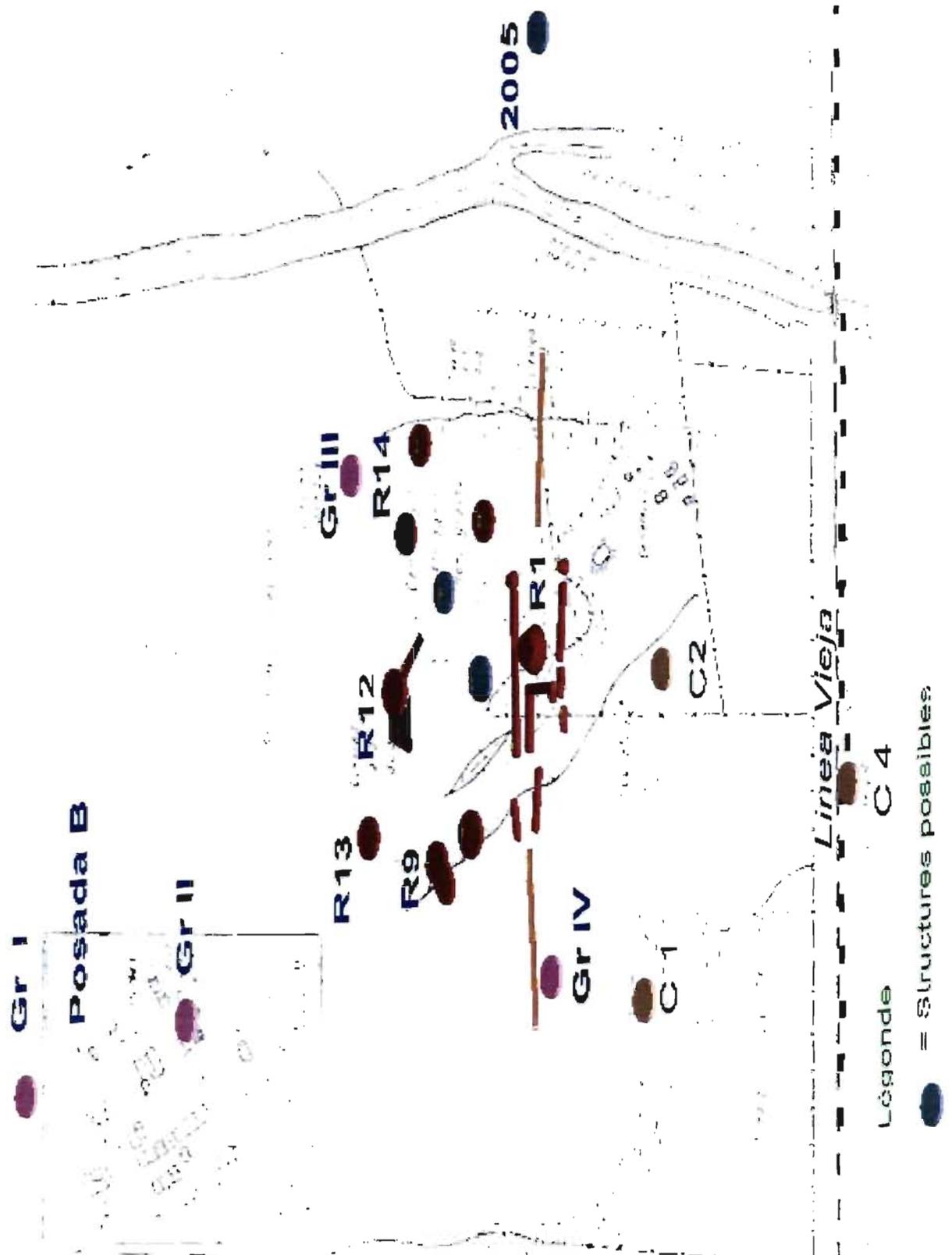
incluant le pouvoir de l'élite à mobiliser une main-d'œuvre importante pour effectuer des travaux communautaires ou publics (Hoopes 2005 : 5-6 ; Renfrew et Bahn 2000 : 209). Quelle est la population de Las Mercedes ? Combien de personnes ont dû être mobilisées pour accomplir ces travaux ? C'est à cette question que nous allons tenter de répondre au chapitre 8.

**Tableau XV** Comparaison de l'investissement énergétique intrasites

Site	Référence	Heures totales	Volume totale (m <sup>3</sup> )	Temps de construction	Taux moyen
Monticule Meddler Point	Craig et al. 1998 : 251	12 635	958	32 mois (cumulatif)	13,20 h/m <sup>3</sup>
Temple 22 Copan	Abrams 1984 : 215	123 525	± 2577	5 ans (saisons)	47,93 h/m <sup>3</sup>
Ciudadelas ChanChan	Smailes 2000 : 92, 112	2 136 000	66 386	85 mois (cumulatif)	32,29 h/m <sup>3</sup>
Teotihuacan Mexique	Aaberq et al. 1975 : 43, 49	50 000 000	1 175 000	20 ans (saisons)	42,55 h/m <sup>3</sup>
Poverty Point Louisiana	Aaberq et al. 1975 : 56, 59	9 000 000	748 092	6 à 14 ans (saisons)	12,00 h/m <sup>3</sup>
Temple 1 Tikal	Webster et al. 1995 : 369	450 000	18 260	7 ans (saisons)	24,64 h/m <sup>3</sup>
Temple 26 Copan	Webster et al. 1995 : 373, 378	620 000	31 905	2 à 4 ans (saisons)	19,43 h/m <sup>3</sup>
Centre Uxmal	Erasmus 1965 : 289, 290	22 500 000	850 000	250 ans (saisons)	26,50 h/m <sup>3</sup>
Enceintes R2 + et monticule R1 Las Mercedes	Tableau XI,XIII (R1 = 4,2 m)	213 300	5537	6 à 9 ans (saisons)	38,52 h/m <sup>3</sup>

Notes : Monticule Meddler Point = terre transportée sur une distance de 25 m. Le temple 22 inclus une révision des heures par Abrams (1994 :51). Le taux horaire moyen par volume architectural = (heures totales / volume totale).

Pour terminer, nous avons voulu comparer certains résultats de notre recherche avec d'autres études de même nature portant sur des architectures monumentales, tout en considérant que la base de calculs diffère selon les auteurs [tableau XV]. À l'exception des auteurs Erasmus, Abrams et Smailes qui ont utilisé une approche rigoureuse dans l'élaboration des couts énergétiques de structures monumentales (Webster et Kirker 1995 : 367), certaines évaluations sont plutôt des estimations grossières. De plus, il y a lieu de considérer l'effet des couts de transport sur le cout global [tableau XIV] dans cet exercice de comparaison. À titre d'exemple, le taux horaire moyen de 13,20 h/m<sup>3</sup> pour la construction du monticule de Meddler Point a



**Figure 7.10** Reconstitution du site Las Mercedes d'après les sources documentaires (Hartman 1901 ; Skinner 1926 ; Vázquez Leiva et Chapdelaine 2005). (Plan 3D : Eddy Lachapelle).

été estimé selon l'hypothèse que le remblai utilisé dans sa construction, a été transporté sur une distance de 25 m (Craig, Holmlund et Clark 1998 : 251), alors que notre cout moyen pour la construction du monticule R1 et des enceintes R2+ correspond à un taux horaire moyen de 38,52 h/m<sup>3</sup>, une différence qui s'explique, en grande partie, par nos couts de transport qui ont été compilés pour des distances respectives de 500 m et 750 m [tableau VIII]. Toutefois, cet exercice demeure valable dans un cadre comparatif général, par exemple pour distinguer un ordre de grandeur entre certaines structures monumentales et en particulier celles situées en Mesoamérique, tout en demeurant prudent dans nos interprétations.

## **Chapitre 8 : Estimation de la population et de la durée des projets**

Combien de temps a duré la construction des enceintes murales R2+ ? Celle-ci a-t-elle nécessité l'aide de groupes avoisinants ? Comment déterminer la population de Las Mercedes lorsqu'il n'existe aucune donnée à ce sujet ? À la question relative au temps de construction, les chercheurs suggèrent de procéder à une estimation d'un temps standard saisonnier durant lequel un groupe peut se consacrer aux travaux publics sous la forme de corvée ou autres, tout en tenant compte du niveau sociopolitique de la société étudiée. Abrams (1989 : 66) a estimé que la population de Copan pouvait contribuer à des travaux « communautaires » à raison de 60 à 100 jours par an. La construction de la Pyramide du Soleil, à Teotihuacan, serait le fruit d'un service communautaire de 100 jours par an (Millon et Drewitt 1961 : 45). Ces données proviennent de sociétés présentant une population de plusieurs milliers de personnes. Erasmus (1965 : 280-281) cite une étude réalisée chez les Wogeo, en Nouvelle Guinée, où chaque famille pouvait contribuer à raison de 40-45 « jours/personne » par an aux travaux publics sous la forme de corvée et ce, sans représenter une charge démesurée pour cette société. L'intérêt de cette étude est que les Wogeo correspondent à un système sociopolitique de type « chefferie » alors que selon Erasmus (ibid), cette contribution peut être quadruplée lorsqu'il est question de sociétés étatiques.

La zone climatique est un facteur à considérer pour déterminer le nombre de jours favorables à la construction de travaux communautaires. Abrams et Rolland (1999 : 284) ont établi que de tels travaux effectués à Copan, se devaient d'être effectués pendant la saison sèche, soit de novembre à avril. C'est également durant cette période que s'effectue le travail dans les champs et, il y a lieu de considérer ce facteur environnemental lors de la détermination d'une période de construction qu'ils ont estimée à 100 jours, sur une possibilité maximale de 300 jours par an. D'autres auteurs (Craig, Holmlund et Clark 1998 : 253 ; Smailes 2000 : 141) se contentent d'établir un temps total annuel, sans considération des facteurs climatiques saisonniers, des travaux agricoles ou d'autres facteurs pouvant entrer en conflit avec la mo-

bilisation d'une main-d'œuvre communautaire. Las Mercedes est situé dans une zone tropicale où la saison des pluies perdure de mai à décembre et davantage (Hartman 1901 : 3 ; Ohlsson de Formoso : 23), avec des précipitations annuelles pouvant atteindre plus de 4 000 mm de pluie (Snarskis 2001 : 69 ; Stone 1977 : 20). Nous retenons qu'une saison de 100 jours peut être appropriée comme période annuelle de construction (Aabeq et Bonsignore 1975 : 45 ; Millon et Drewitt 1961 : 45 ; Webster et Kirker 1995 : 376).

Nous présentons trois hypothèses sur la main-d'œuvre requise pour la construction de structures architecturales provenant de notre étude sur l'investissement énergétique et assujettie à des travaux à caractère communautaire. Ainsi, les options 1 à 3 [tableau XVI] correspondent à une main-d'œuvre mobilisable, dans une société de type chefferie (Snarskis 1987 : 112) à des fins de travaux publics, variant de 75 à 200 personnes par jour. Notre analyse comprend des structures publiques R1 et R2+ et les chaussées iroquois et *pocora*, une architecture civique R9, des résidences de l'élite R12 et R13 et une résidence utilisée par une famille nucléaire ou étendue (Gr I), appartenant à la classe majoritaire.

Les résultats obtenus aux options 2 et 3 [tableau XVI] nous apparaissent très plausibles si l'on prend en considération un aspect important, qui est susceptible de peser fortement dans la décision, soit l'urgence de construire une résidence destinée à un membre de la classe dirigeante. Ceci implique un court délai de construction pour une occupation dans un futur rapproché. Le monticule R12 incluant la rampe R11 laisse à penser à une résidence habitée par un individu de haut rang, un chef et répond à cette situation d'urgence où le temps de construction ne peut excéder une période annuelle. Les résultats de nos analyses démontrent qu'il est tout à fait réaliste de construire le type de structure précité à l'intérieur d'une seule saison, estimée à environ 100 jours. Ainsi, nous suggérons que la population ait pu contribuer sous la forme de corvée entre 100 et 200 personnes par jour (options 2 et 3). Nous rejetons l'option 1 qui rencontre difficilement notre objectif visé soit l'urgence de construire une

structure de type R12 en une seule saison sans possibilité de surplus pour procéder à des travaux d'entretien à caractère public. L'option 2, avec un

**Tableau XVI** Estimation du temps d'érection de structures architecturales

	Heures de construction	Conversion en jours	Option 1 75 pers.	Option 2 100 pers.	Option 3 200 pers.
Monticule	25 800	5200	70 j	52 j	26 j
R9	29 800	6000	80 j	60 j	30 j
Monticule	14 800	3000	40 j	30 j	15 j
R13	17 000	4000	60 j	40 j	20 j
Monticule	30 000	6000	80 j	60 j	30 j
R12 (avec rampe)	35 100	8200	110 j	82 j	40 j
Enceintes	156 000	31 200	416 j	312 j	156 j
R2+	170 000	34 000	450 j	340 j	170 j
Monticule central	37 300	7500	100 j	75 j	38 j
R1 (hauteur 4,2 m)	43 300	8700	116 j	87 j	44 j
R1 (hauteur 6,5 m)	Majoration	+ 54,76 %	+ 55 à 64 j	+ 41 à 48 j	+ 22 à 24 j
Chaussées	48 400	9700	130 j	97 j	49 j
iroquois et <i>pocora</i>	52 700	10 600	145 j	106 j	53 j
(Hartman)	2130	426	-	-	-
Monticule Gr I	2450	490	-	-	-

Note : Le total des heures requises pour la construction des structures architecturales provient du tableau XIII.

temps de construction variant entre 60 et 82 jours (R12) représente une option minimale acceptable avec une capacité quotidienne de 100 personnes par jour. Cette option permet de disposer de 20 à 40 jours additionnels pouvant être investis dans d'autres projets de construction sans toutefois être en mesure de les compléter à l'intérieur d'une seule saison ou de servir à l'entretien des structures déjà existantes. Par contre, l'option 3 avec une capacité de 200 personnes par jour permet d'entreprendre plus d'un projet de construction dans une même saison, sans les contraintes précitées, mais demeure hautement spéculative. Nous verrons à expliciter davantage cette dernière option dans le cadre de la discussion générale au chapitre 9.

Ainsi, en présumant que nos estimations préliminaires sur une main-d'œuvre mobilisable à des travaux communautaires soient réalistes, nous pouvons avancer que

la construction de l'architecture monumentale comprenant les enceintes R2+ et le monticule central R1, ait pu être érigée sur une période variant entre 2 ans (156 j + 38 j + 22 j) et 5 ans (340 j + 87 j + 48 j) si l'on accepte que la hauteur du monticule R1 ait été d'une hauteur de 6,5 m.

### 8.1 Évaluation de la population de Las Mercedes

Quelle est la contribution des familles nucléaires dans un projet « communautaire » ? Quelle est la population de Las Mercedes ? Les chercheurs (Aabeq et Bonsignore 1975 : 45, 54 ; Erasmus 1965 : 281 ; Millon et Drewitt 1961 : 54 ; Webster et Kirker 1995 : 375) s'entendent sur la composition d'une famille nucléaire avec une moyenne de cinq personnes. Ainsi, en se reportant aux options 2 et 3 [tableau XVI], nous pouvons calculer la population minimale de Las Mercedes à l'aide des prémisses suivantes discutées précédemment :

- chaque famille est composée de cinq membres ;
- la contribution d'une famille peut être de 50 jours dans une année ;
- la population contribue à des travaux « communautaires » à raison de 100 à 200 personnes par jour [tableau XVI] ;
- la capacité de participation de la société Las Mercedes aux travaux publics repose sur l'achèvement de la construction d'une structure architecturale de l'ampleur de la structure R12, à l'intérieur d'une saison annuelle d'environ 100 jours de travail.

Pour déterminer la population de la société Las Mercedes, nous devons établir la contribution annuelle de chacune des familles. Nous avons retenus une approche des auteurs Webster et Kirker qui proposent diverses hypothèses (1995 : 375) pouvant être appliquées à des sociétés complexes préétatiques et étatiques. Ces hypothèses sont :

- « A » chaque famille nucléaire est appelée à contribuer à raison d'une personne (20 %) ;

- « B » chaque famille nucléaire est appelée à contribuer à raison de 2 personnes (40 %) ;
- « C » une famille doit payer un tribut de 10 % désigné sous la forme de main-d'œuvre ;
- « D » une famille doit payer un tribut de 30 % désigné sous la forme de main-d'œuvre ;
- « E » une famille contribue à raison d'une personne à tous les 10 ans.

Le tableau XVII, 1 présente une estimation des populations requises pour répondre aux exigences de chacune de ces hypothèses. Les hypothèses B et D représentent un fardeau qui nous apparaît exagéré pour une famille nucléaire puisqu'elles excèdent la contribution maximale d'une famille de 50 jours par an, énoncée dans nos prémisses. Les résultats obtenus selon l'hypothèse E correspondent davantage à une société étatique selon Webster et Kirker (1995 : 375, tableau 6) et non pertinents pour le type de société de Las Mercedes (Snarskis 1987 : 112). Nous retenons, aux fins de discussion, les options 2 A et 2 C avec une estimation de la population variant entre 1000 et 2000 personnes ainsi que 3 A et 3 C avec une estimation se situant entre 2000 et 4000 personnes.

**Tableau XVII** Estimation de la population de Las Mercedes

1) Webster et Kirker	Nombre de familles	Options 2 100 pers. / j	Nombre de familles	Options 3 200 pers. / j
A) 1 membre par famille (20 %)	200	1000 pers.	400	2000 pers.
B) 2 membres par famille (40 %)	100	500 pers.	200	1000 pers.
C) tribut de 10 % par famille	400	2000 pers.	800	4000 pers.
D) tribut de 30 % par famille	134	670 pers.	268	1340 pers.
E) tribut de 1 % par famille	4000	20 000 pers.	8000	40 000 pers.
<b>2) Webster et Kirker</b>				
		<b>A : 10 %</b>		<b>B : 5 %</b>
Population non élite		1000 pers.		2000 pers.

Nous avons voulu présenter une seconde méthode sur l'estimation de la population, fondée sur le nombre de personnes composant la classe de l'élite. Une analyse produite par Webster et Kirker (1995 : 375, tableau 6) démontre que le rapport « élite/non élite », de la population de Copan, varie entre 5 % et 11 %. Selon notre

hypothèse, les structures résidentielles R8, R12, R13, R14 et R15 (Vázquez Leiva et Chapdelaine 2005 : 17) représentent les habitations de la classe dirigeante, estimée à environ 100 personnes pour l'ensemble de ces structures (Stone 1977 : 138, 168). Ainsi, nous obtenons une estimation de la population variant entre 1 000 et 2 000 personnes [tableau XVII, 2], d'après l'hypothèse selon laquelle la présence de l'élite correspond aux taux de 5 % et 10 % de l'ensemble de la population (Webster, Sander et Rossum 1992 : 194). Cette proportion est comparable à celle des sociétés Llanos et Tairona dans les villages Garan et Pueblito et Ciudad Perdida en Colombie (Drennan 1995a : 320, 322).

Les options 2 A, 2 C, [tableau XVII, 1] représentent des estimations minimum de la population requise pour bénéficier d'un surplus en main-d'oeuvre suffisant pour compléter un projet de construction à caractère public n'excédant pas 100 jours, soit l'équivalent du temps investi dans la construction de la structure architecturale R12 [tableau XVI, option 2, 60 à 82 jours]. Les résultats obtenus en 2 A et 2 C [tableau XVII] indiquent que de 200 à 400 familles nucléaires correspondant à une population entre 1000 et 2000 personnes, selon le taux de contribution retenu, ont pu construire une habitation de type R12 en une année. Toutefois, considérant les autres tâches devant être accomplies pendant la saison sèche, la construction d'architectures publiques, l'entretien général du site, les chemins, les plazas et autres structures, cette estimation laisse peu de marge de manœuvre pour entreprendre d'autres projets de construction d'envergure monumentale. Les options 3 A et 3 C [tableau XVII, A, C] avec de 400 à 800 familles (2000 – 4000 personnes) correspondent davantage au seuil de population suffisant pour entreprendre la construction d'architectures monumentales (*calzada*, R2+) conjointement avec la construction de structures de type R12, en plus de pourvoir à des travaux d'entretien. Nous suggérons que la population de Las Mercedes devait excéder 2000 personnes, une estimation en partie corroborée avec la méthode sur la « population non élite » [tableau XVII, 2, B], pour être en mesure de mener à terme plus d'un chantier d'une ampleur équivalente ou supérieure du type de structure R12.

En résumé, selon nos analyses, la population de Las Mercedes a pu se situer entre 2000 et 4000 personnes, un nombre suffisant pour entreprendre des travaux communautaires d'envergure pouvant s'échelonner sur plusieurs années. Chaque famille nucléaire aurait ainsi contribué à raison de 10 % à 20 % sous la forme de main-d'œuvre sans excéder 50 jours par an. Cette mobilisation n'aurait pas nécessité, obligatoirement, un apport de main-d'œuvre en provenance de villages avoisinants, sans en éliminer la possibilité. Ce type de projet, échelonné sur une longue période, implique un plan directeur et une planification qui relèvent de spécialistes sous la direction de la classe dirigeante (Pozorski 1980 : 104). Nos résultats démontrent que la construction des enceintes murales et du monticule central a pu être échelonnée sur une période pouvant atteindre cinq ans.

## Chapitre 9 : Discussion et conclusion

Cette discussion portera sur les résultats de notre étude visant l'hypothèse principale de travail qui repose sur le système d'organisation sociopolitique comprenant deux volets : une société de type chefferie (à rang) peut être inférée par l'investissement en énergie humaine intégrée dans les structures architecturales monumentales et la possibilité de distinguer une hiérarchie dans les résidences avec la mesure de l'appréciation différentielle entre les résidences de l'élite et celles de l'ensemble de la population. On a déjà mentionné que l'architecture monumentale est manifeste du pouvoir politique de l'élite et de sa capacité à mobiliser un grand nombre de personnes pour effectuer un projet de construction à grand déploiement qui dépasse la capacité de production d'une famille nucléaire, d'un lignage, d'un clan et possiblement d'un village. Trigger (1990 : 125) prétend que lorsque les sociétés deviennent plus hiérarchisées et leur moyen de contrôle plus absolu, alors le pouvoir de l'élite s'exerce en subordonnant le travail des uns sous forme de corvées et une partie de cette énergie est ainsi convertie sous la forme de symboles de prestige ou à des fins non utilitaires. L'architecture monumentale demeure un véhicule privilégié par les dirigeants pour promouvoir leur pouvoir et étaler leur puissance. Cette capacité des dirigeants d'une chefferie est un élément qui la distingue de la société égalitaire « *An egalitarian society does not have any means of fixing or limiting the number of persons capable of exerting power. As many persons as can wield power – whether through personal strength, influence, authority, or whatever means – can do so...* » (Fried 1967 : 23).

Notre étude sur l'architecture monumentale porte sur les chaussées publiques, les bâtiments civiques (R9), la résidence destinée à un personnage de haut rang (R12), les structures destinées à des fonctions cérémonielles (R2+ et R1). De plus, des tertres circulaires pouvant servir de résidences que nous avons associé aux installations des dirigeants (R13), se distinguent des installations du peuple par son importance en dépenses énergétiques (Kolb 1991 : 9 ; Trigger 1990 : 119-120 ; Wason 1994 : 136). Cet ensemble de structures architecturales serait, en partie, un reflet du

rang social de l'élite et servira de mesure de la hiérarchie sociale et du niveau d'inégalité de cette société (Abrams 1984 : 76, 264 ; Erasmus 1965 : 277 ; Kolb 1991 : 12 ; Wason 1994 : 146).

Les résultats présentés antérieurement aux tableaux XIII, XIV, XVI et XVII résument le cout énergétique de structures architecturales, la distribution des couts énergétiques par catégorie de construction, l'estimation du temps d'érection de structures architecturales et la population de Las Mercedes. Les principaux points qui font l'objet de la présente discussion proviennent de ces tableaux qui ont été regroupés au tableau XVIII.

**Tableau XVIII Hiérarchie des structures architecturales**

<b>Structure architecturale</b>	<b>Cout énergétique total converti en jours / personne [tableau XVI]</b>	<b>Indice de richesse : (x / 490 j)</b>	<b>Option 2 Temps de construction = 100 personnes / jour [tableaux XVI, XVII]</b>
<b>Architecture monumentale :</b>			<b>Pop. (1A) 1000–2000 pers. (1C)</b>
<b>Enceintes R2+ R1 (h 4,2 m)</b>	42 700 j	87 fois	427 j (5 ans)
<b>Chaussées iroquois et pocora</b>	10 600 j	22 fois	106 j (1 an)
<b>Résidence R12 (chef)</b>	8200 j	17 fois	82 j (moins d'un an)
<b>Architecture civique R9</b>	6000 j	12 fois	60 j (moins d'un an)
<b>Résidence de l'élite :</b>			
<b>Monticule R13</b>	4000 j	8 fois	40 j
<b>Résidence de la population (non élite)</b>			<b>Hypothèse : Temps de construction = 20 pers. / j</b>
<b>Monticule Gr I (Hartman)</b>	490 j	1 fois	25 j

Note : La période annuelle de construction n'excède pas 100 jours.

Nous avons évalué les besoins en main-d'oeuvre pour la construction des structures architecturales selon une option minimaliste sur l'organisation du travail à raison de 100 personnes par jour pendant une période d'environ 100 jours par an. Ce choix de 100 personnes affectées à des travaux communautaires et retenu aux fins de

discussion, nous apparaît insuffisant, car il laisse peu de temps disponible pour l'entretien des structures architecturales en place ou pour entreprendre d'autres projets de travaux à grand déploiement. Ainsi, les architectures monumentales comprenant les enceintes R2+ et le monticule central R1 (hauteur 4,2 m), auraient pu avoir été réalisées dans un laps de temps maximum de 427 jours [tableau XVIII] sur une période cinq ans. Les chaussées iroquois et *pocora* et la structure civique R9 ont pu avoir été complétées, respectivement, en 106 et 60 jours. La structure R12, possiblement le siège d'un individu de haut rang, aurait nécessité 82 jours de travail. Nous avons proposé que cette architecture (R12) ait été jugée par les responsables du chantier comme « prioritaire » et requérant qu'elle soit érigée à l'intérieur d'une année (une saison). Notre hypothèse est fondée sur le caractère « officiel » des fonctions liées à cette habitation (R12) destinée à devenir la résidence d'un membre important de l'élite. Enfin, la structure résidentielle R13 avec une qualité de construction similaire aux installations R8, R14, R15 et R16 (figure 4.7) aurait été construite en 40 jours.

Selon la théorie anthropologique, les résidences situées aux abords de la place centrale dénotent une occupation par des individus ayant un statut social plus élevé (Renfrew 1984 : 42, 54). Nous avons ciblé deux ordres d'architecture résidentielle associés à l'élite ( R12 et R13) pour les comparer à une résidence représentative du reste de la population, sur la base de leur valeur immobilière respective convertie en devise énergétique. Ce type de structure destiné à la classe inférieure, est difficilement observable de nos jours, cependant, nous disposons de données archéologiques décrivant les caractéristiques de ces installations situées en périphérie entre 100 m et 500 m de la place centrale. L'une d'elles, la structure Gr I, décrite par Hartman (1901 : 14), a été sélectionnée comme une représentation maximale, connue, des habitations de la population de Las Mercedes. Cette catégorie de structure décrite par Skinner (1926 ) fait état d'habitations beaucoup plus modestes. Les caractéristiques architecturales de Gr I sont apparentées à la structure R13, pour un volume significativement moindre. Ainsi, nous obtenons trois catégories d'architecture résidentielle basées sur leur valeur économique respective :

- la structure R12, associée à un individu de haut rang ;
- les structures R8, R13, R14, R15 et R16, représentantes des installations de l'élite ;
- la structure Gr I, représentante des installations du reste de la population.

Une évaluation de la valeur différentielle, en devise énergétique, entre les architectures R12 et R13 résulte d'une estimation de l'indiciel de richesse de 2 : 1 (8200 j / 4000 j). La valeur différentielle entre les architectures R13 et Gr I produit un indice de richesse 8 : 1 (4000 j / 490 j), favorisant l'installation de l'élite [tableau XVIII]. Étonnante coïncidence, sans plus, ces indices de richesse de 2 : 1 et 8 : 1 sont sensiblement les mêmes que ceux obtenus par Abrams (1984 : 215) dans son étude de certaines structures architecturales de Copan (str. CV36, palais = 30 499 p-d ; str. CV 26, élite = 16 243 p-d) et par Carmean (1991 : 159) avec le site Sayil, au Mexique. Pour Carmean, ses résultats suggèrent que la richesse est répartie de façon non uniforme, une inégalité économique au sein de la communauté de Sayil, héritée d'une génération à l'autre, avec comme résultat, l'instauration d'un ordre social de dépendance et d'indépendance entre différentes couches de la société (Carmean 1991 : 164).

L'ensemble des indices de richesse résumé au tableau XVIII démontre une hiérarchie des dépenses énergétiques selon la catégorie de structure architecturale, avec en tête de liste, l'architecture monumentale représentée par les enceintes R2 + et suivant, et un temps de construction estimé à 42 700 jours-personnes, excédant 87 fois le cout d'une habitation familiale (490 j), une mesure sur l'accès aux ressources qui dépasse la capacité de production d'une famille nucléaire et d'un lignage. Cet indice de richesse va en décroissant selon la catégorie d'architecture qui est comparée à la résidence Gr I.

Parallèlement à cette hiérarchie des dépenses énergétiques, on perçoit une hiérarchie sur le mode de recrutement de la main-d'oeuvre suggérant un modèle où l'élite aurait mobilisé une partie de la population pour des projets de construction

favorisant la classe dirigeante. L'option 2 du tableau XVIII présente des temps de construction qui font appel à une main-d'œuvre d'environ 100 personnes par jour, assignées à des projets d'une ampleur requérant la mise en place d'un système de mobilisation, probablement sous la forme de corvée ou autres, sous le contrôle de l'élite. D'autre part, la population (non élite) puise ses besoins en main-d'œuvre (Gr D) dans son réseau familial et de lignage, basé sur une relation (entente implicite) de réciprocité. Le modèle du système de recrutement que nous proposons est directement lié à la question de l'inégalité sociale, de l'accès différentiel aux ressources et du degré de développement du pouvoir de l'élite (Abrams 1989 : 73).

Nos propos illustrent un environnement social et économique où certains groupes de la société ayant acquis plus de richesse, exercent un contrôle sur les moins nantis. Ainsi, forts de cette richesse économique convertie par l'intermédiaire de surplus agricoles et en main-d'oeuvre, ces groupes privilégiés affichent publiquement leur rang social par le véhicule d'une architecture raffinée et magistrale. Cette variation de l'investissement en main-d'oeuvre dans l'architecture résidentielle suggère un modèle sur l'accumulation de la richesse économique basé sur l'accès différentiel aux ressources et, où l'architecture devient l'expression la plus manifeste du rang social occupé dans les sociétés agraires (Carman 1991 : 154-157). Cette disparité de la distribution de la richesse peut être interprétée comme reflétant une inégalité sociale au sein de la communauté de Las Mercedes.

Le concept d'inégalité traite de l'accès différentiel aux ressources matérielles et sociales. Selon Paynter (1989 : 369) :

*Inequality exists when socially distinct entities have differential access to strategic resources and this differentiation gives those with access the ability to control the actions of others.*

Cette inégalité sociale est expliquée par Hoopes (2005 : 5) :

*It implies the existence of social structures that maintain differentiation and inequality, distinct status differences among individu-*

*als in a given community that are expressed as differential access to basic resources and power as manifest in the archaeological record.*

McGuire (1983 : 101) définit cette structure sociale comme :

*The distribution of people among different positions and their social association. Individuals occupy different positions either because they hold different roles or because they differ in hierarchical status. Roles and status are the basic social parameters that delineate social structure.*

Ainsi, selon ces auteurs, l'accès aux ressources fondé sur le rang des individus détenu dans la société demeure l'élément responsable des inégalités sociales (Parker 2005 : 74 ; Trigger 1989 : 397). C'est cette hiérarchisation de l'accès aux ressources entre les individus ou les groupes qui caractérisent une société à rang ou une chefferie, regroupées sous le vocable de société complexe, une société est « ... *profoundly inegalitarian with respect to the relations of the segments of the society. There are "royal" and elite lineages and lesser ones, all arranged hierarchically* » (Service 1993 : 131-133). Cet élément caractérisant une chefferie avait été clairement défini par Service (1962 : 154-155) trente ans auparavant :

*The most distinctive characteristic of chiefdoms as compared to tribes and bands is the pervasive inequality of persons and groups in the society. It begins with the status of chief as he functions in the system of redistribution. Persons are then ranked above others according to their genealogical nearness to him.*

Les résultats de notre recherche se concilient assez bien avec l'énoncé de Earle (1987 : 291) : « *A more reasonable differentiation of wealth and social status inequality can be made with an analysis of energy invested in residential housing.* » Bien que préliminaires, ces résultats suggèrent que Las Mercedes ait atteint le niveau d'une organisation sociopolitique de société complexe et en particulier celui de chefferie, vers l'an 1000. Nos données chiffrées sur l'investissement énergétique confir-

ment une architecture hiérarchisée et suggèrent une structure sociale à deux paliers (le groupe dirigeant et la majorité) du système social et politique « *Chiefdom have differences in individual rank and often the society is conceptually differentiated into two or three broad social strata ...* » (Service 1962 : 170). Une chefferie simple ou complexe! Il faut élargir le cadre de cette recherche afin de déterminer la nature des interactions entre Las Mercedes et les villages environnants.

Nous terminons cette discussion avec les questions relatives à la présence de spécialistes dans les projets majeurs de construction et de l'importance démographique de la population impliquée dans ces constructions. Notre compilation sur les coûts de construction a été regroupée en quatre catégories de travaux. Certaines activités comme l'excavation, le transport et la sélection des matériaux ne nécessitent pas l'emploi de spécialistes mais exigent plutôt une force humaine. L'aménagement des espaces et l'érection des structures requièrent certaines habiletés sans avoir recours nécessairement à des spécialistes. Nous partageons les vues d'Abrams (1984 : 249) sur le nombre restreint de spécialistes requis. Nous faisons référence à des spécialistes en architecture et en ingénierie, à des superviseurs de chantiers assignés à la coordination et au suivi des devis de projets de construction majeurs. Ainsi, la conduite de ces grands projets de construction requiert l'emploi d'un nombre limité de spécialistes issus possiblement, du ou des lignages liés à l'élite.

Contrairement aux observations et expériences de terrain utilisées dans ce mémoire, qui proviennent de la Mésoamérique et de l'Amérique du Sud, nous ne disposons pas de statistiques sur la population de Las Mercedes. Il nous fallait procéder à une estimation théorique d'une population étant en mesure de mener à terme cette catégorie de projet communautaire précitée, sous forme de mobilisation ou d'autres modes de taxation. C'est ainsi que nous évaluons que la population se situait entre 2000 à 4000 personnes [tableau XVII], démontrée à l'aide de méthodes déjà employées par des archéologues. Il y a lieu de souligner que cet estimé ne tient pas compte des populations des villages environnants susceptible d'être sous le contrôle de Las Mercedes. Cette taille de population correspond à un étape de société excédant

celle d'une société égalitaire, avec quelques centaines de personnes allant jusqu'à atteindre le millier dans certains villages iroquoiens (Claude Chapdelaine, comm. pers.) ou de certaines sociétés à rang non restrictifs « *big man* », avec une population d'environ 300 à 500 personnes (Wason 1994 : 42-45). Toutefois, nous devons interpréter avec prudence les résultats obtenus à l'option 3 [tableau XVII] qui impliquent la mobilisation de 200 personnes, assignées aux projets majeurs de construction. Des recherches portant sur les structures architecturales de sociétés complexes étatiques ont démontré qu'une participation de 250 à 400 personnes par jour, suffisait pour mener à terme la construction d'architectures monumentales. Ces recherches ont été menées par Smailes (2000 : 132) sur le site de Chan Chan qui aurait abrité une population évaluée à 30 000 personnes, Abrams (1984 : 234) et le site de Copan avec 15 000 personnes et Carmean (1991 : 160) et le site de Sayil, au Yucatan, avec une population d'environ 10 000 personnes.

### **Conclusion**

Dans le cadre de cette recherche, nous avons contribué à l'amélioration des connaissances sur un groupe préhistorique établi dans l'espace culturel de Las Mercedes à la période VI (1000 – 1500 ap. J.-C.), situé sur le versant atlantique du Costa Rica. Il s'agit d'un aperçu à partir de sources documentaires et archéologiques relatives à une société ayant occupé un territoire, il y a plus de 1000 ans et dont les vestiges ont survécu aux attaques du temps sous toutes ses formes. Notre objectif principal était d'évaluer la dépense énergétique investie dans l'architecture monumentale de Las Mercedes et de tenter d'identifier le type d'organisation sociopolitique qui régissait ses habitants. Pour y parvenir, nous avons procédé à une évaluation quantitative et qualitative des structures architecturales regroupées selon quatre catégories de cout ; le transport, la sélection et l'excavation, l'aménagement des espaces et l'érection des structures. Les couts associés à la toiture, exclus de ces catégories, ont été estimés de façon grossière et doivent être utilisés avec prudence.

Nous avons retenu une approche empirique et quantitative développée par des archéologues (Abrams 1984 ; Erasmus 1965 ; Smailes 2000) lors de recherches sur l'investissement énergétique dans l'architecture monumentale et/ou résidentielle de sociétés complexes étatiques. De plus, nous avons mis à contribution une méthode scientifique, objective, fondée sur une démarche probabiliste et employée dans la sélection d'échantillons des matières premières utilisées dans l'édification des structures architecturales du site Las Mercedes. L'utilisation de la méthode de l'échantillonnage probabiliste a permis d'estimer un résultat avec un taux de précision correspondant à un seuil de confiance de 95 % (deux écarts types). L'un des apports intéressants de notre analyse porte sur la corrélation entre l'investissement énergétique qui est proportionnel à la complexité de l'organisation sociale d'une société. Nos observations, très préliminaires, suggèrent la présence d'une société hiérarchisée et l'existence d'inégalités sociales, déterminées par la mesure de l'indice de richesse représenté sous la forme d'un rapport de proportions ou de coefficients. Ces résultats comparatifs soulignent la pertinence de procéder à des comparaisons « intrasite », une méthode souvent contestée par certains auteurs (Drennan 1995 : 309).

### **Recherches futures**

Une étude archéologique limitée à un seul emplacement fournit une base insatisfaisante pour caractériser une société complexe. Les conclusions de notre recherche demeureront suggestives et préliminaires tant et aussi longtemps que d'autres campagnes archéologiques ne seront pas entreprises afin d'établir une hiérarchie des schèmes d'établissement de la région et étudier l'existence de liens entre ces sites et Las Mercedes. Le rôle du site Guayabo de Turrialba, situé à 25 km (à vol d'oiseau) de Las Mercedes, le plus grand site préhistorique connu du Costa Rica, doit être analysé dans le cadre d'une société complexe, siège du chef suprême (Blanton 2005 : 102 ; Mann 2005 : 37). Encore une fois, sans présumer de l'étape de société qui a régi la vie des habitants de Las Mercedes, celui de chefferie peut comprendre plusieurs variantes. Il peut atteindre un niveau de complexité élevé avec un nombre de villages ou

de communautés sous le contrôle d'un chef suprême comprenant plus d'un niveau d'organisation sociopolitique représenté par une hiérarchie constituée d'un ou des chefs de district et des chefs de villages (Carneiro 1998 : 20 ; 2003 : 101 ; Flannery 1972 : 44-45 ; Johnson et Earle 2000 : 284). Dans un extrait portant sur la complexité socioéconomique et idéologique de la région de *Linea Vieja*, Stone (1977 : 7) est d'avis que les sculptures en pierre, provenant des installations de Anita Grande, Parasal, Williamsburg et Las Mercedes, montrent une conception et une technique de production appartenant à une seule école de création artistique. Stone suggère que la population de Las Mercedes ait instauré son idéologie dans ces villages, voire responsable de leurs fondations, d'où la nécessité de procéder à des recherches archéologiques dans ces sites. Des recherches orientées dans cette direction sont à souhaiter afin de comprendre la nature des interactions qui ont pu se dérouler entre ces villages et Las Mercedes, d'autant plus, qu'à l'exception de Williamsburg qui est situé à 3 km, les sites Anita Grande et Parasal sont situés à plus de 15 km de Las Mercedes. Ces villages ont-ils contribué à la construction de Las Mercedes vers l'an 1000? Est-ce qu'ils ont été colonisés par les dirigeants de Las Mercedes? Selon le cas, la population de ces villages sous le contrôle de Las Mercedes pourrait signifier une organisation sociopolitique contrôlant plusieurs milliers de personnes (Feinman et Neitzel 1984 : 69-72). Snarskis (1981 : 63) affirme qu'il y aurait une centaine de sites préhistoriques dans la région du versant Atlantique costaricain n'ayant pas été inventoriés. Ces données deviennent autant de champs de recherches à explorer.

## BIBLIOGRAPHIE

Aaberg, Stephen et Jay Bonsignore

- 1975 A Consideration of Time and Labor Expenditure in the Construction Process at the Teotihuacan Pyramid of the Sun and the Poverty Point Mound. Dans *Three Papers on Mesoamerican archaeology*, édité par J. A. Graham et R. F. Heizer, pp. 40-78. Contributions of the University of California Archaeological Research Facility 24. Berkeley.

Abrams, Elliot M.

- 1984 *Systems of Labor Organization in the Late Classic Copan, Honduras : the Energetics of Construction*. Ph.D. diss., Pennsylvania State University, Pennsylvania, University Park.
- 1989 Architecture and Energy : An Evolutionary Perspective. Dans *Archaeological Method and Theory*, éd. M. Schiffer, 1 : 47-87. Tucson, University of Arizona Press.
- 1994 *How the Maya Built Their World : Energetics and Ancient Architecture*. Austin, University of Texas Press.
- 1995 A model of Fluctuating Labor Value and the Establishment of State Power : An Application to the Prehispanic Maya. *Latin American Antiquity*, 6(3) : 196-213.

Abrams, Elliot M. et Thomas W. Bolland

- 1999 Architectural Energetics, Ancient Monuments, and Operations Management. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 6(4) : 263-291.

Anschuetz, Kurt F., Richard H. Wilshusen et Cherie L. Scheick

- 2001 An Archaeology of Landscapes : Perspectives and Directions. *Journal of Archaeological Research*, 9(2) : 157-211.

Arkin, Herbert

- 1961 *Statistical Sampling*. Bernard M. Baruch College, New York, City University of New York.

Arnold, Jeanne E. et Anabel Ford

- 1980 A Statistical Examination of Settlement Patterns at Tikal, Guatemala. *American Antiquity*, 45(4) : 713-726.

Ayres, Frank jr.

- 1979 *Trigonométrie : Cours et Problèmes*. Édition Française par Michel Lobenberg, Série Schaum, McGrawhill, Paris.

Binford, Lewis R.

- 1962 Archaeology as Anthropology. *American Antiquity*, 28(2) : 217-225.  
1965 Archaeological Systematics and the Study of Cultural Process. *American Antiquity*, 31(2) : 203-210.

Binford, S. R. et L. R. Binford

- 1968 *New Perspective in Archaeology*. Édité par S. R. Binford et L. R. Binford. Chicago, Aldine.

Blanton, Richard

- 2005 Social complexity. Dans *Archaeology : The Key Concepts*. Édité par Colin Renfrew et Paul Bahn, pp. 101-106. New York, Routledge.

Boas, Franz

- 1902 Some Problems in North American Archaeology. *American Journal Archaeology*, 6(1) : 1-6.  
1920 The Methods of Ethnology. *American Anthropologist*, 22(4) : 311-321.  
1924 Evolution or Diffusion. *American Anthropologist*, 26(3) : 340-344.

Borne, Pamela F.

- 1998 *Pliocene and Pleistocene Marine Ostracoda of The Limon Bassin, Costa Rica : A Record of Paleoenvironmental Change*. Ph.D. diss., Louisiana, Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College.

Caldwell, Joseph R.

- 1959 The New American Archaeology. *Science*, 129 : 303-307.

Carmean, Kelli

- 1991 Architectural Labor Investment and Social Stratification at Sayil, Yucatan, Mexico. *Latin American Antiquity*, 2(2) : 151-165.

Carneiro, Robert

- 1981 The Chiefdom : Precursor of the State. Dans *The Transition to Statehood in the New World*, pp. 37-79. Édité par Grand D. Jones, Robert R. Kautz. Cambridge, Cambridge University Press.
- 1998 What Happened at the Flaspoin? Conjectures on Chiefdom Formation at the Very Moment of Conception. Dans *Chiefdoms and Chieftaincy in the Americas*. Édité par Elsa M. Redmond, pp. 18-42. Florida, University Press of Florida.
- 2003 *Evolution in Cultural Anthropology*. Colorado, Westview press.

Costin, Cathy L. et Melissa B. Hagstrum

- 1995 Standardization, Labor Investment, Skill, and the Organization of Ceramic Production in Late Prehispanic Highland Peru. *American Antiquity*, 60(4) : 619-639.

Couture, Nicole

- 2002 *The Construction of Power : Monumental Space and Elite Residence at Tiwanaku, Bolivia*. Ph.D. diss., Departement of Anthropology. Illinois, University of Chicago.

Craig, Douglas B., James P. Holmlund et Jeffery J. Clark

- 1998 Labor Investment and Organization in Platform Mound Construction : A Case Study from the Tonto Basin of Central Arizona. *Journal of Field Archaeology*, 25(3) : 245-259.

Creamer, Winifred et Jonathan Haas

- 1985 Tribe and Chiefdom in Lower Central America. *American Antiquity*, 50(4) : 738-754.

DeMarrais, Elizabeth

- 2005 Organisation of Societies, including Chiefdoms. Dans *Archaeology : The Key Concepts*. Renfrew, Édité par Colin Renfrew et Paul Bahn, pp. 191-196. New York, Routledge.

DeMarrais, E., L. J. Castillo et T. Earle

- 1996 Ideology, Materialization, and Power Strategies. *Current Anthropology*, 37(1) : 15-31.

Dillehay, Tom D.

- 1990 Mapuche Ceremonial Landscape, Social Recruitment and Resource Rights. *World Archaeology*, 22 : 223-241.

Drennan, Robert D.

- 1995 Chiefdoms in Northern South America. *Journal of World Prehistory*, 9(3) : 301-341.
- 1996a Betwixt and Between in the intermediate Area. *Journal of Archaeological Research*, 4 : 95-132.
- 1996b *Statistics for Archaeologists : A Commonsense Approach*. New York, Plenum Press.

Dunnell Robert C.

- 1996 Evolutionary Theory and Archaeology. Dans *Evolutionary Archaeology : Theory and Application*, éd. Michael J. O'Brien, pp. 30-67. Salt Lake City : University of Utah Press.

Earle, Timothy K.

- 1987 Chiefdoms in Archaeological and Ethnohistorical Perspective. *Annual Reviews in Archaeology*, 16 : 279-308.
- 1989 The Evolution of Chiefdoms. *Current Anthropology*, 30(1) : 84-88.
- 1991 Property Rights and the Evolution of Chiefdoms. Dans *Chiefdoms : Power, Economy, and Ideology*, éd. T. Earle, pp. 71-99. Cambridge : Cambridge University Press.
- 1997 *How Chiefs Come to Power : the Political Economy in Prehistory*. Stanford, Stanford University Press.
- 2001 Institutionalization of Chiefdoms : Why Landscapes are Built. Dans *From Leaders to Rulers*. Édité par Jonathan Haas, pp. 105-124. New York, Kluwer Academic/Plenun publishers,.

Eerkens, Jelmer W. et Robert L. Bettinger

- 2001 Techniques for Assessing Standardization in Artefact Assemblages : Can We Scale Material Variability? *American Antiquity*, 66(3) : 493-504.

Eramus, C.

- 1965 Monument Building : Some field Experiments. *Southwestern Journal of Anthropology*, 21(4) : 277-301.

F.M.I.

- 1952 *Éléments de Géométrie Théorique et Pratique*. Procure des Frères de l'Instruction Chrétienne, La Prairie, Québec.

Fagan, Brian M.

- 2000 *Ancient North America : The Archaeology of a Continent*. 3<sup>e</sup> éd., New York, Thames & Hudson.

Feinman, gary et Jill Neitzel

- 1984 Too Many Types : An Overview of Sedentary Prestate Societies in the Americas. *Advances in Archaeological Method and Theory*, 7 : 39-102.

Ferrero, Luis

- 1988 *Entre el Pasado y el Futuro*. 2<sup>e</sup> éd., Costa Rica, Editorial Costa Rica.  
2000 *Costa Rica Precolombina*. Costa Rica, Editorial Costa Rica.

Flanagan, James G.

- 1989 Hierarcy in Simple "Egalitarian" Societies. *Annual Revision Anthropology*, 18 : 245-266.

Flannery, Kent V.

- 1967 Culture History vs Culture Process : a Debate in American Archaeology. *Scientific American*, 217 : 119-122.  
1972 Cultural Evolution of Civilizations. *Annual Review of Ecology and Systematics* 3 : 399-426.

Fried, Morton H.

- 1961 Warfare, Military Organization, and the Evolution of Society. *Anthropologia*, 3 : 134-147.  
1967 *The Evolution of political Society*. New York, Random house.

Fritz, John M. et Fred T. Plog

- 1970 The Nature of Archaeological Explanation. *American Antiquity*, 35(4) : 405-412.

George, Darren et Paul Mallery

2001 *SPSS for Windows Step by Step*. Éd. Allyn and Bacon, Massachusett.

Haas, Jonathan

1981 Class Conflict and the State in the New Wold. Dans *The Transition to Statehood in the New World*. Édité par G. D. Jones, R. R. Kautz, pp. 80-102. Cambridge, Cambridge University Press.

1982 *The Evolution of the Prehistoric State*. New York, Columbia University Press.

Harnett Donald L. et James L. Murphy

1993 *Statistical Analysis for Business and Economics*. New York, Addison-Wesley Publishers.

Hartman, Carl V.

1901 *Archaeological Researches in Costa Rica*. Stockholm, Royal Ethnographical Museum.

1905 *Archaeological Researches in Costa Rica*. *The Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*, 35 : 437-442.

Helms, Mary W.

1979 *Ancient Panama : Chiefs in Search of Power*. Austin, University of Texas Press.

Hoopes, John W.

2005 The Emergence of Social Complexity in the Chibchan World of Southern Central America and Northern Colombia, AD 300-600. *Journal of Archaeological Research*, 13(1) : 1-47.

Horngren, Charles T.

1977 *Comptabilité Analytique de Gestion*. Édition HRW, Montréal.

Ibarra, Eugenia

- 2003 Gold in the Everyday Lives of Indigenous Peoples Sixteenth-Century Southern Central America. Dans *Gold and Power in Ancient Costa Rica, Panama, and Columbia*. Édité par J. W. Hoopes, pp. 385-419. Dumbarton Oaks, Washington D. C.

Isbell, William H. et Helaine Silverman

- 2002 *Andean Archaeology I: Variations in Sociopolitical Organization*. Édité par S. H. Isbell et H. Silverman. New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Johnson, Allen et Timothy Earle

- 2000 *The Evolution of Human Societies : From Foraging Group to Agrarian State*. Stanford, Stanford University Press.

Jones, Grant D. et Robert R. Kautz

- 1981 Issue in the Study of New World State Formation. Dans *The Transition to Statehood in the New World*, pp. 3-34. Édité par Grant D. Jones, Robert R. Kautz. Cambridge, Cambridge University Press.

Kaplan, D.

- 1963 Men, Monuments, and Political Systems. *Southwestern Journal of Anthropology*, 19 : 397-409.

Kehoe, Alice B.

- 1998 *The Land of Prehistory ; A Critical History of American Archaeology*. New York, Routledge.

Kolb, Michael J.

- 1991 *Social Power, Chiefly Authority, and Ceremonial Architecture, in an Island Polity, Maui, Hawaii*. Ph.D. diss., Departement of Anthropology. Los Angeles, University of California.

Kroeber, A.L.

1948 *Anthropology*. Harcourt, Brace.

Keegan, W., M. Maclachlan, et B. Byrne

1998 Social Foundations of Taino Caciques. Dans *Chiefdoms and Chieftaincy in the Americas*, pp. 217-244. Édité par Elsa M. Redmond. Miami, University Press of Florida.

Lange, Frederick W. et Doris Z. Stone

1980 *The Archaeology of Lower Central America*. Édité par F. W. Lange et D. Z. Stone. Albuquerque, University of New Mexico Press.

Lehmann, Jacques T.

1965 *La Mesure des Temps Alloués*. Paris : Les Éditions D'Organisation.

Liu, Li

1996 Settlement Patterns, Chiefdoms Variability, and the Development of Early States in North China. *Journal of Anthropological Archaeology*, 15 : 237-288.

Lothrop, Samuel

1926 *Pottery of Costa Rica and Nicaragua*. Museum of the American Indian, Heye Foundation, Contribution 8. 2 vols. New York.

Lyman, R. Lee et Michael J. O'Brien

1998 The goals of Evolutionary Archaeology : History and Explanation. *Current Anthropology*, 39(5) : 615-652.

McGuire, Randall H.

1983 Breaking Down Cultural Complexity : Inequality and Heterogeneity. *Advances in Archaeological Method and Theory*, 6 : 91-141.

MacNeish, Richard S.

- 1981 The Transition to Statehood As Seen from the Mouth of a Cave. Dans *The Transition to Statehood in the New World*, pp. 123-154. Édité par Grand D. Jones, Robert R. Kautz. Cambridge, Cambridge University Press.

Mann, Michael

- 2005 *The Sources of Social Power : A History of Power From the Beginning to A.D. 1760*. 13<sup>e</sup> éd. Cambridge, University Press, Cambridge.

Marshall, Jeffrey S.

- 2000 *Active Tectonics and Quaternary Landscape Evolution Across the Western Panama Block, Costa Rica Central America*. Ph.D. diss., Departement of Anthropology. Pennsylvania, Pennsylvania State University.

Mason, J. Alden

- 1945 *Costa Rican Stonework : The Minor C. Keith collection*. Vol. 39, Part 3. New York, Anthropological Papers of the American Museum of Natural History.

Millon René et Bruce Drewitt

- 1961 Earlier Structure Within The Pyramid of The Sun at Teotihuacan. *American Antiquity*, 26(3) : 371-380.

Morgan, Lewis

- 1877 *Ancient Society Or, Researches In The Lines Of Human Progress From Savagery, Through Barbarism To Civilization*. Chicago, Henry Holt and Co.

Muller, Claude

- 2000 Chefferie. Dans Bonte, P. et M. Izard (éds). *Dictionnaire de l'ethnologie et de l'anthropologie*. Paris, Presses Universitaires de France. pp. 138-139.

Oberg, Kalervo

- 1955 Types of Social Structure among the Lowland Tribes of South and Central America. *American Anthropologist*, 57(3) : 472-487.

Ohlsson de Formoso, Anita

1991 *Carl V. Hartman : Arqueologia Costarricense*. San José, Editorial de la Universidad de Costa Rica.

Parker Pearson, Mike

2005 *The Archaeology of Death and Burial*. 4<sup>e</sup> éd., Texas, A&M University Press.

Paynter, Robert

1989 The Archaeology of Equality and Inequality. *Annu. Rev. Anthropol.* 18 : 369-399.

Peebles, Christopher S. et Susan M. Kus

1977 Some Archaeological Correlates of Ranked Societies. *American Antiquity*, 42 (3) : 421-448.

Pozorski, T.

1980 The Early Horizon Site of the Huaca de Los Reyes : Societal Implications. *American Antiquity*, 45 : 100-110.

Price, B

1982 Cultural Materialism : A Theoretical review. *American Antiquity*, 47(4) : 709-741.

Quilter, Jeffrey et Aida Blanco Vergas

1995 Monumental Architecture and Social Organization at the Rivas Site, Costa Rica. *Journal of Field Archaeology*, 22(2) : 203-221.

Redmond, Elsa

1998 The Dynamics of Chieftancy and the Development of Chiefdoms. Dans *Chiefdoms and Chieftancy in the Americas*. Édité par Elsa Redmond, pp. 1-17. University Press of Florida.

Renfrew, Colin

- 1973 Monuments, Mobilization and Social Organization in Neolithic Wessex. Dans *The Explanation of Culture Change : Models in Prehistory*. Édité par Colin Renfrew, pp. 539-558. London, Duckworth.
- 1982 Explanation Revisited. Dans *Theory and Explanation in Archaeology*. Édité par Collin Renfrew, Michael J. Rowlands and Barbara Abbot Segraves, pp. 5-23. New York, Acamecic Press.
- 1984 *Approaches to Social Archaeology*. Cambridge, Harvard Univerity Press.

Renfrew, Colin et Paul Bahn

- 2000 *Archaeology : Theories Methods and Praticce*. 3<sup>e</sup> éd. London, Thames & Hudson.

Sabloff, Jeremy A. et Wendy Ashmore

- 2001 An Aspect of Archaeology's Recent Past and Its Relevance in the New Millennium. Dans *Archaeology at the Millennium : A Sourcebook*. Édité par Gary M. Feinman and T. Douglas Price, pp. 11-32. New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Sahlins, Marshall D.

- 1958 *Social Stratification in Polynesia*. Seattle, University of Washington Press.
- 1961 The Segmentary Lineage : An Organization of Predatory Expansion. *American Anthropologis*, 63 : 322-345.
- 1997 Evolution : Specific and General. Dans *Evolution and Culture*. Édité par Marshall D. Sahlins et Elman R. Service, 5<sup>e</sup> éd. pp. 12-44. Ann Arbor Paperbacks, University of Michigan Press.

Sanders, T. William et Barbara J. Price

- 1968 *Mesoamerica : The Evolution of a Civilization*. New York, Random House.

Sanders William T. et Davis Webster

- 1978 *Unilinealism, Multilinealism, and the Evolution of Complex Societies*. Dans *Social Archeology : Beyond Subsistence and Dating*. Édité par Charles L. Redman, Mary Jabe Berman, Edward V. Curin, William T. Langhorne, Jr., Nina M. Vergassi, and Jeffery C. Wanser. pp 249-302. New York, Academic Press.

Service, Elman R.

- 1962 *Primitive Social Organization : an Evolutionary Perspective*. New York, Random house.
- 1975 *The Origin of the State and Civilization : the Process of Cultural Evolution*. New York, W. W. Norton & Co.
- 1993 *Political Power and the Origin of Social Complexity*. Dans *Configurations of power : Holistic Anthropology in Theory and Practice*. Édité par John S. Henserson and Patricia J. Netherly, pp. 112-134. London, Cornell University press.

Sharer, Robert J

- 1994 *The Ancient Maya*. 5<sup>e</sup> éd. Palo Alto, California, Stanford University Press.

Sharer, Robert J. et Wendy Ashmore

- 1993 *Archaeology : Discovering our Past*. 2<sup>e</sup> éd. Mayfield Publishing Co., California, Mountain View.

Skinner, Alanson

- 1926 *Notes on Las Mercedes, Costa Rica Farm and Anita Grande*. Appendix IV, dans : *Pottery of Costa Rica and Nicaragua*, by Samuel K. Lothrop. 2 : 451-467. New York, Museum of the American Indian. Heye Foundation.

Smailes, Richard L.

- 2000 *Building Chan Chan : The Application of Construction Project Management to the Analysis of Ancient Architecture*. Unpub. Ph.D. diss., Departement of Anthropology, University of Florida, Florida.

Snarskis, Michael J.

- 1978 *The Archaeology of the Central Atlantic Watershed of Costa Rica*. Ph.D. diss., Departement of Anthropology. New York, Colombia University.
- 1981 *The Archaeology of Costa Rica. Dans Between Continents/Between Seas : Pre-columbian Art of Costa Rica*. Publishers Harry N. Abrams, New York.
- 1987 *The Archeological Evidence for Chiefdoms in Eastern and Central Costa Rica. Dans Chiefdoms in The Americas*, pp 105-117. Éd. Robert D. Drennan and Carlos A. Uribe. Lanham, University Press of America.
- 2001 *Le Costa Rica Précolombien. Dans Arts précolombiens de l'Amérique centrale. Collections du Musée Barbier-Mueller de Barcelone : Nicaragua, Costa Rica et Panama, Musée Barbier-Mueller, Paris, Genève.*

Spencer, Charles S.

- 1987 *Rethinking the Chiefdom. Dans Chiefdoms in The Americas*, Édité par R. D. Drennan and C. A. Uribe, pp 369-390. Lanham, University press of America.
- 1997 *Processual Archaeology. Dans Chiefdoms and Chieftaincy in the Americas. Edité par Elsa M. Redmond*, pp. 104-137. Miami, University Press of Florida.

Stein, Gil J.

- 1998 *Heterogeneity, Power, and Political Economy : some Current Research Issues in the Archaeology of Old World Complex Societies. Journal of Archaeological Research*, 6(1) : 1-44.

Steponaitis, Vincas

- 1981 *Settlement Hierarchies and Political Complexity in Nonmarket Societies : The Formative Period of the Valley of Mexico. American Anthropologist*, 83(2) : 320-363.
- 1991 *Contrasting Patterns of Mississippian Development. Dans Chiefdoms : Power, Economy, and Ideology*, éd. T. Earle, pp. 193-228. Cambridge : Cambridge University Press.

Steward, Julian

- 1955 *Theory of Culture Change : The methodology of Multilinear Evolution*. Urbana, University of Illinois Press.

Stone, Doris Z.

- 1958 *Introduction to the Archaeology of Costa Rica*. San José, Museo Nacional Costa-Rica.
- 1972 *Pre-Columbian Man Finds Central America : the Archaeological Bridge*. Cambridge, Massachusetts, Peabody Museum Press Book.
- 1977 *Pre-Columbian Man in Costa Rica*. Cambridge, Massachusetts, Peabody Museum Press.

Thomas, David H.

- 1989 *Archaeology*. 2<sup>e</sup> éd., Fort Worth, Holt, Rhinehart and Winston.

Trigger, Bruce G.

- 1989 *A History of Archaeological Thought*. Cambridge, Cambridge University Press.
- 1990 Monumental Architecture : A Thermodynamic Explanation of Symbolic Behavior. *World Archaeology*, 22(2) : 119-132.
- 1993 The State-Church Reconsidered. Dans *Configurations of Power : Holistic Anthropology in Theory and Practice*. Édité par John S. Henserson and Patricia J. Netherly, pp. 74-105. London, Cornell University Press.

Turner, Ellen Sue, Norman I. Turner et R. E. W. Adams

- 1981 Volumetric Assessment, Rank Ordering, and Maya Civic Centers. Dans *Lowland Maya Settlement Patterns*, éd. W. Ashmore, pp. 71-88. Albuquerque, University of New Mexico Press.

Tylor, E. B.

- 1903 *Primitive Culture VI, V2 : Researches Into The Development Of Mythology, Philosophy, Religion, Language, Art And Custom*. 4<sup>e</sup> éd. Harper Torchbook, N. Y.

Upham, Steadman

- 1987 A Theoretical Consideration of Middle Range Societies. Dans *Chieftoms in The Americas*, pp 345-367. Édité par Robert D. Drennan and Carlos A. Uribe. Lanham, University Press of America.

Valerio Zamora,

- 2002 Aspectos Geológicos del Valle de Turrialba, Con Énfasis en El Cuaternario Y en Aplicaciones Para la Arqueologia. Dans *Arqueologia del Área de Influencia Del Proyecto Hidroeléctrico Angostura, Valle de Turrialba*, pp. 26-42. Archivo del Departamento de Antropologia e Historia, San José, Museo Nacional de Costa Rica.

Vasquez Leiva, Ricardo et Claude Chapelaine

- 2005 *Desarrollo y Alcances del Poder Cacical Amerindio en El Sur de Centroamerica : El Sitio Las Mercedes, Caribe Central de Costa Rica*. Archivo del Departamento de Antropologia e Historia. San José, Museo Nacional de Costa Rica.

Wason, Paul K.

- 1994 *The Archaeology of Rank*. Cambridge, Cambridge University Press.

Webster, David et Jennifer Kirker

- 1995 Too Many Maya, Too Few Buildings : Investigating Construction Potential at Copán, Honduras. *Journal of Anthropological Research*, 51 : 363-387.

Webster, D., W. T. Sanders et P, van Rossum

- 1992 A Simulation of Copan Population History and Its Implications. *Ancient Mesoamerica*, 3 : 185-197.

White, Leslie A.

- 1945 Diffusion vs Evolution : An Anti-Evolutionist Fallacy. *American Anthropologist*, 47(3) : 339-356.

Willey, Gordon Randolph

1953 Archaeological Theories and Interpretation : New Wold. Dans *New World Archaeology and Culture History : Collected Essays and Articles*. Édition de 1990, pp. 347-369. Albuquerque, University of New Mexico Press,.

Willey, Gordon R. et P. Phillips

1958 *Method and Theory in American Archaeology*. Chicago, University of Chicago press.

Willey, Gordon R. et J. A, Sabloff

1980 *A History of American Archaeology*. 2<sup>e</sup> éd., Freeman, San Francisco.

## **Annexe I**

**Détail sur les données utilisées dans la compilation des couts énergétiques.**

## 1- Mesure du poids et du volume des matériaux.

### a) Calcul du volume moyen d'un galet du secteur « monticules » [tableau III].

Le volume d'un galet donné par « Autocad » est de **0,0287 m<sup>3</sup>**, soit 75 % du volume d'un rectangle  $((0,0287 \text{ m}^3) / (53,850 \text{ cm} \times 36,128 \text{ cm} \times 19,678 \text{ cm})) = 0,03828 \text{ m}^3$ .

### b) Calcul du volume moyen d'un galet du secteur « enceintes » [tableau III].

Volume =  $38,256 \text{ cm} \times 26,925 \text{ cm} \times 15,612 \text{ cm} = 0,01608 \text{ m}^3 \times 75\% = \mathbf{0,0121 \text{ m}^3}$ .

### c) Calcul du volume moyen d'un galet du secteur « chaussées » [tableau V].

Volume =  $40,18 \text{ cm} \times 30,63 \text{ cm} \times 16,9 \text{ cm} = 0,0208 \text{ m}^3 \times 75\% = \mathbf{0,0156 \text{ m}^3}$ .

### d) Calcul du poids moyen d'un mètre cube de terre avec moellons (remblai).

Un contenant rempli de terre (exempt de moellons) provenant du monticule R1 [annexe VI, c] a un poids de 68,1 kg et un volume de 0,07595 m<sup>3</sup> ou 1 m<sup>3</sup> de terre a un poids de 896,67 kg. Le poids de moellons (moins de 3,5 cm d'épaisseur) provenant de l'opération 5i est d'environ 40 kg pour un volume de 0,01575 m<sup>3</sup> soit un poids moyen de 2539,7 kg pour 1 m<sup>3</sup> de pierre. On estime que le remblai contient environ 10% de moellons par partie. En conséquence, 1 m<sup>3</sup> de remblai a un poids de **1061 kg/m<sup>3</sup>**  $((896,67 \times 90 \%) + (2539,7 \times 10 \%)$ ).

### e) Calcul du poids moyen d'un mètre cube d'argile rouge (*sochete*).

Utilisation des données de Erasmus (1965 : 285), 1 m<sup>3</sup> de terre à un poids de 1310 kg.

## 2- Calculs des frais de transport.

### a) Calcul du cout moyen du transport de matières premières

$$\text{i) Formule utilisée par Abrams (1994 : 44), } m^3/h = Q \times \frac{1}{(L/V + L/V')}$$

$$\begin{array}{l} \text{Secteur « monticules »} \quad 0,0108 \text{ m}^3 \quad \times \frac{1}{(0,750/3 + 0,750/5)} = \mathbf{0,027 \text{ m}^3/h} \\ (0,0287 \text{ m}^3 = 58,59 \text{ kg}, 22 \text{ kg} = 0,0108 \text{ m}^3) \end{array}$$

$$\text{Secteur « enceintes »} \quad 0,0103 \text{ m}^3 \quad \times \frac{1}{(0,750/3 + 0,750/5)} = \mathbf{0,0258 \text{ m}^3/h}$$

$$(0,0121 \text{ m}^3 = 25,89 \text{ kg}, 22 \text{ kg} = 0,0103 \text{ m}^3) \quad (0,750/3 + 0,750/5)$$

$$\begin{array}{l} \text{Secteur « chaussées »} \quad 0,0111 \text{ m}^3 \quad \times \frac{1}{\quad} = \mathbf{0,0347 \text{ m}^3/\text{h}} \\ (0,0156 \text{ m}^3 = 30,93 \text{ kg}, 22 \text{ kg} = 0,0111 \text{ m}^3) \quad (0,600/3 + 0,600/5) \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Remblai} \quad 0,02074 \text{ m}^3 \quad \times \frac{1}{\quad} = \mathbf{0,0778 \text{ m}^3/\text{h}} \\ (1 \text{ m}^3 = 1061 \text{ kg}, 22 \text{ kg} = 0,02074 \text{ m}^3) \quad (0,500/3 + 0,500/5) \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Argile} \quad 0,0168 \text{ m}^3 \quad \times \frac{1}{\quad} = \mathbf{0,0242 \text{ m}^3/\text{h}} \\ (1 \text{ m}^3 = 1310 \text{ kg}, 22 \text{ kg} = 0,0168 \text{ m}^3) \quad (1,300/3 + 1,300/5) \end{array}$$

ii) Expérience menée par Erasmus (1965 : 287, table 3 a). Un total de 950 kg de pierre a été transporté sur une distance de 250 m, en 5 h, soit 190 kg/h. Pour une distance de 750 m, on obtient une moyenne de 63,33 kg/h (28 kg par charge) ou 50 kg/h pour une charge moyenne de 22 kg. Ainsi, un galet de 58,59 kg a un volume de 0,0287 m, un ouvrier peut transporter 50 kg/h pour un volume de **0,0245 m<sup>3</sup>/h** (monticules). Un poids de 25,89 kg égale 0,0121 m<sup>3</sup>, 50 kg de galets correspondent à **0,0234 m<sup>3</sup>/h** (enceintes). Cependant, une distance de 600 m (« chaussées ») donne 79 kg/h pour une charge moyenne de 28 kg ou 62 kg/h pour une charge moyenne de 22 kg, si un poids de 30,93 kg égale 0,0156 m<sup>3</sup>, un poids de 62 kg de galets correspond à **0,0313 m<sup>3</sup>/h**.

iii) Expérience menée par Erasmus (1965 : 285, table 2 II)

Selon une expérience de terrain, un ouvrier transporte un poids de 2313 kg de remblai sur une distance de 100 m pendant cinq heures, avec une charge moyenne de 20 kg. Pour un parcours de 500 m, ce résultat correspond à un poids moyen de 92,52 kg/h ((2313÷5) ÷ 5 h)). Ce poids doit être augmenté de 10 % pour correspondre à une charge moyenne de 22 kg soit 101,8 kg/h. Un m<sup>3</sup> de remblai a un poids de 1061 kg (voir 1d) ou 101,8 kg égale un volume de **0,096 m<sup>3</sup>/h**. En utilisant cette observation pour déterminer le cout de transport de l'argile, sur une distance de 1,3 km, on obtient une moyenne de 39 kg/h, pour une charge moyenne de 22 kg. Si un volume d'un m<sup>3</sup> équivaut à un poids de 1310 kg, un poids de 39 kg d'argile correspond à un volume de **0,0298 m<sup>3</sup>/h**.

### 3- Calculs des couts de sélection et d'acquisition des matières premières.

#### a) Calcul du cout moyen pour la sélection de galets.

Une observation fut menée par Abrams (1994 : 46) pour l'acquisition de galets provenant de la rivière Copan. Il a obtenu le résultat suivant : 7 200 kg en 8 heures soit 900 kg/h. Le poids moyen d'un galet est de 58,59 kg (monticules) et un volume de 0,0287 m<sup>3</sup>. Ainsi, le cout pour la sélection et le regroupement de galets d'un poids de 900 kg/h ((900,0 ÷ 58,59) x 0,0287)) est de **0,443 m<sup>3</sup>/h**.

Un poids de 25,89 kg (enceintes) et un volume de 0,0121 m<sup>3</sup>((900,0 ÷ 25,89) x 0,0121)) = **0,420 m<sup>3</sup>/h**.

Un poids de 30,93 kg (chaussées) et un volume de 0,0156 m<sup>3</sup> ((900,0 ÷ 30,93) x 0,0156)) = **0,454 m<sup>3</sup>/h**.

#### b) Calcul du cout moyen pour l'excavation de remblai et d'argile.

i) Smailes (2000 : 95) a utilisé 2 h/m<sup>3</sup> ou **0,50 m<sup>3</sup>/h**.

ii) Erasmus (1965 : 284-285) Expérience - excavation de terre avec des outils primitifs. Résultat : 5 heures = 2,6 m<sup>3</sup> ou **0,52 m<sup>3</sup>/h**.

### 4- Calculs des couts de construction ou d'érection des structures architecturales.

#### a) Positionner les galets en cercle pour la construction de monticules circulaires.

i) Smailes (2000 : 43). Le cout de construction d'un mur en adobe comprenant la manipulation, le positionnement et le mélange du mortier est de 9,9 h/m<sup>3</sup> ou 0,101 m<sup>3</sup>/h par personne. Nous avons retranché deux personnes chargées de la préparation du mortier et du transport de l'eau et de la terre, le résultat révisé est 5,94 h/m<sup>3</sup> ou **0,168 m<sup>3</sup>/h**.

ii) Abrams (1994 : 51). Observation de la construction ou de la restauration d'un mur en maçonnerie. Selon l'auteur, ce cout s'applique également à la construction de murs en galets. Une surface de 3,2 m<sup>2</sup> et de 25 cm d'épaisseur prend 5 heures ou **0,16 m<sup>3</sup>/h**.

iii) Abrams (1994 : 50) a estimé que le cout, pour l'ajout et le compactage de remblai, est de 4,8 m<sup>3</sup>/8h ou **0,60 m<sup>3</sup>/h**.

**b) Calcul du cout moyen pour l'application d'argile (sochete).**

i) Smailes (2000 : 107). L'application d'enduit en glaise sur les murs a donné un taux de 1,25 h/m<sup>3</sup>, ce taux inclut un facteur de complexité pour la hauteur. Nous avons réduit le taux à 70 % pour annuler ce facteur, on obtient ainsi **0,56 m<sup>3</sup>/h**.

ii) Abrams (1994 : 51) utilise un cout de 80 m<sup>2</sup> personne-jour ou 16 m<sup>2</sup>/h pour l'application de plâtre d'une épaisseur de 2,5 cm, soit **0,40 m<sup>3</sup>/h**.

**5- Coûts de préparation du terrain**

Afin d'arriver à réduire l'effet de pente, on a du procéder à l'excavation de terre, au minimum une couche de surface a dû être enlevée. Le cout est basé sur l'hypothèse qu'une quantité minimum de terre a été excavée et réutilisée sur place. Les taux définis en 3b seront utilisés. Pour la présente étude, nous avons retenu que le volume de terre excavée correspond à la moitié de la surface occupée par la structure pour une épaisseur d'environ 20 cm.

**6- Calcul du cout d'érection des structures architecturales**

**a- Secteur « monticules »**

Le volume d'un cercle ( F.M.I. : 271) :  $V = \pi R^2 H$  et la circonférence d'un cercle est ( F.M.I. : 144) :  $C = 2\pi R$  ou  $\pi$  correspond à 3,1416 m linéaires par mètre de diamètre. 3,1416 m linéaires correspondent à **8,696 galets** d'une largeur moyenne de 36,128 cm [tableau II].

i) Calcul de la quantité, du poids et du volume des matériaux.

**Galets** : diamètre de **28 m** (R12) et **10 rangées** de galets [annexe II] : 8,696 galets/m lin. x 28 m x 10 rangées = **2 435 galets** x 58,594 kg = **142 676 kg**, un volume de 2 435 galets (x 0,0287 m<sup>3</sup>) = **70 m<sup>3</sup>**.

**Remblai** : volume : 3,1416 x 14<sup>2</sup> m x 2 m = 1232 m<sup>3</sup> - 70 m<sup>3</sup> = **1162 m<sup>3</sup>** (x 1061 kg) et un poids de **1 232 882 kg**.

**Galets** : diamètre de **25 m** (R13) et **8 rangées** de galets [annexe II] : 8,696 galets/m-l x 25 m x 8 rangées = **1 740 galets** x 58,594 kg = **101 954 kg**, un volume de 1 740 galets (x 0,0287 m<sup>3</sup>) = **50 m<sup>3</sup>**.

**Remblai.**  $3,1416 \times 12,5^2 \times 1,6 \text{ m} = 785 \text{ m}^3 - 50 \text{ m}^3 = 735 \text{ m}^3$  (x 1061 kg) et pour un poids de **779 835 kg**.

ii) Calcul du nombre, du poids et du volume des matériaux du monticule R9.

Monticule R9 : hauteur 1,8 m / 19,678 cm donne 9 rangées [annexe II] et un volume de  $1432 \text{ m}^3$  établi par « Autocad ». Un rayon théorique est calculé :  $V = \pi R^2 H$ , ou  $1432 \text{ m}^3 = 3,1416 \times R^2 \times 1,8 \text{ m}$  ou  $5,655 R^2 \div 1432 = 15,91 \text{ m}$  de rayon. Le nombre de galets par rangée se calcule avec  $C = 2\pi R$  ou  $2 \times 15,91 \text{ m} \times 8,696 \text{ galets (3,1416 m/l)}$  donne 277 galets par rangée. Le monticule R9 comprend **2 493 galets** (277 x 9 rangées).  $2493 \text{ galets} \times 58,594 \text{ kg} = 146 075 \text{ kg}$  pour un volume de  $= 72 \text{ m}^3$  ( $2493 \times 0,0287 \text{ m}^3$ ). **Remblai :**  $1432 \text{ m}^3 - 72 \text{ m}^3 = 1360 \text{ m}^3$  (x 1061 kg) pour un poids de **1 442 960 kg**.

iii) Calcul du poids, du volume et du nombre des matériaux de la rampe R11.

Volume de R11 =  $\pi R^2 H$  : 30 m long x 7 m large x (1,6 m/2) hauteur = **168 m<sup>3</sup>**. Le nombre de galets dans une rangée est de 186 (30 m + 30 m + 7 m = 67 m linéaires ÷ 36,128 cm largeur) x 4 rangées ((1,6 m / 2) / 19,678 cm)) = pour un total de **744 galets** x  $0,0287 \text{ m}^3 = 22 \text{ m}^3$  de volume pour un poids de **43 594 kg** ( $744 \times 58,594 \text{ kg}$ ). **Remblai :**  $168 \text{ m}^3 - 22 \text{ m}^3 = 146 \text{ m}^3$  (x 1061 kg) et pour un poids de **154 906 kg**.

#### **b- Secteur « enceintes »**

i) Calcul du poids, du volume et du nombre des matériaux des enceintes

Les enceintes sont construites essentiellement en galets (Hartman 1901 : 7). Afin de compenser pour l'espace entre les galets lors de leur mise en place, nous avons diminué le volume d'un facteur de 15 %. Le volume des enceintes est donné par « Autocad » [annexe III]. Nous avons déterminé que le volume d'enduit requis pour couvrir une structure correspond à environ 2,7 % de son volume total. Ce taux a été établi avec l'aire de surface et l'épaisseur d'une couche d'argile estimé à 4 cm. Le calcul d'enduit pour R2 donne :  $737 \text{ m}^2 \times 4 \text{ cm} = 30 \text{ m}^3 \div 1128 \text{ m}^3 = 2,7 \%$  du volume total.

R2 Enceinte nord :  $1128 \text{ m}^3 \times 85 \% = 959 \text{ m}^3 \div 0,0121 \text{ m}^3/\text{galet} = 79 256 \text{ galets} \times 25,89 \text{ kg} = 2 051 938 \text{ kg}$  et un volume d'enduit de :  $1 128 \text{ m}^3 \times 2,7 \% = 31 \text{ m}^3$ .

R3 Enceinte centrale :  $799 \text{ m}^3 \times 85 \% = 680 \text{ m}^3 \div 0,0121 \text{ m}^3/\text{galet} = 56 198 \text{ galets} \times 25,89 \text{ kg} = 1 454 966 \text{ kg}$  et un volume d'enduit de :  $799 \text{ m}^3 \times 2,7 \% = 22 \text{ m}^3$ .

R4 Enceinte sud :  $928 \text{ m}^3 \times 85 \% = 789 \text{ m}^3 \div 0,0121 \text{ m}^3/\text{galet} = 65 207 \text{ galets} \times 25,89 \text{ kg} = 1 688 209 \text{ kg}$  et un volume d'enduit de :  $928 \text{ m}^3 \times 2,7 \% = 25 \text{ m}^3$ .

R6 Mur oblique sud :  $352 \text{ m}^3 \times 85 \% = 299 \text{ m}^3 \div 0,0121 \text{ m}^3/\text{galet} = 24\ 711 \text{ galets} \times 25,89 \text{ kg} = 639\ 768 \text{ kg}$  et un volume d'enduit de :  $352 \text{ m}^3 \times 2,7\% = 10 \text{ m}^3$ .

R7 Mur oblique nord :  $228 \text{ m}^3 \times 85 \% = 194 \text{ m}^3 \div 0,0121 \text{ m}^3/\text{galet} = 16\ 033 \text{ galets} \times 25,89 \text{ kg} = 415\ 094 \text{ kg}$  et un volume d'enduit de :  $228 \text{ m}^3 \times 2,7\% = 7 \text{ m}^3$ .

## ii) Calcul du poids, du volume et du nombre des matériaux du monticule R1

Nous avons utilisé les données suivantes : diamètre de 30 m à la base et de 20 m à son sommet et une hauteur de 4,2 m pour un volume de  $2102 \text{ m}^3$  (Autocad). Le nombre de galets par rangée (25 m x 8,696 galets) (voir 6 a) est de 218 galets x 22 rangées (4,2 m ÷ 0,1968 épaisseur) donne  $4796 \text{ galets} \times 58,594 \text{ kg}$  pour un poids de  $281\ 017 \text{ kg}$  et un volume de  $138 \text{ m}^3$  ( $4796 \text{ galets} \times 0,0287 \text{ m}^3$ ). Le volume de remblai est ( $2102 \text{ m}^3 - 138 \text{ m}^3$ ) de  $1964 \text{ m}^3 \times 1\ 061 \text{ kg/m}^3$  pour un poids de  $2\ 083\ 804 \text{ kg}$ . Les galets utilisés sont de même nature que ceux du secteur « monticules » (Hartman 1901 : 7).

## c) Secteur « chaussées »

Notre calcul est basé sur l'hypothèse que la chaussée relie le Rio Iroquois à la Quebrada Santa Emilia, totalise une distance de 2,7 km, excluant les cours d'eau et les enceintes. Nous avons employé une largeur moyenne de 5 m et une seule rangée de chaussée. Le poids moyen d'un galet est de 30,93 kg et un volume de  $0,0156 \text{ m}^3$  (voir 1c). Nous avons diminué le volume de 15 % pour compenser les espaces libres entre les galets qui seront remplis de terre récupérée lors de la préparation du terrain. Le volume total des chaussées iroquois et *pocora* est ( $2700 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 16,9 \text{ cm}$ ) de  $2282 \text{ m}^3 \times 85 \% = 1940 \text{ m}^3 \div 0,0156 \text{ m}^3$  pour  $124\ 360 \text{ galets}$  (x 30,93 kg) et un poids total de  $3\ 846\ 455 \text{ kg}$ .

## 7- Superstructure (toit de palme)

Nous avons utilisé l'exemple d'un monticule circulaire de 28 m de diamètre avec un toit de palmes ayant une inclinaison de 52 degrés (figure 4.8). À l'aide de ces coordonnées, on calcule la hauteur selon la formule trigonométrique du triangle :  $\text{tg angle} = \text{côté opposé} / \text{côté adjacent}$  (Ayres 1979 : 19). Ainsi, dans notre exemple on obtient une hauteur de 18 mètres (17,919 m). La formule du calcul de l'aire latérale d'un cône (F.I.M. : 273) est :  $S = \pi RG$  (G = hypoténuse) donne  $1002,95 \text{ m}^2$ . Nous avons retenu un mode de construction d'un toit de palmes répandu sur l'île de Margarita, au Venezuela, composé de sections dont

le cadre est de 23,6 m par 23,6 et de 6 m de large pour une surface de 70,23 m<sup>2</sup> (figure 7.9). Une distance de 56 cm sépare deux pôles verticaux alors que les lattes de palmes sont distancées de 60 cm, les palmes sont environ à 15 cm de distance entre elles. Données quantitatives :

- 10 montants verticaux (long) : 23,6 m, 23,4 m, 2x 18,7 m, 2x 14,0 m, 2x 9,5 m, 2x 4,7 m,

- 25 montants horizontaux : 6 m (total 150 m). Lattes horizontales : 39 rangées de lattes (23,4 m ÷ 0,60 cm). Palmes : périmètre 88,0 m ÷ 39 = périmètre diminuée de 2,26 m pour chacune des rangées de lattes,

- chacune des sections a une surface de 70,23 m<sup>2</sup>, un cadre mesure 23,6 m par 23,6 m et 6 m de longueur.

Ainsi, une surface de 3,6 m<sup>2</sup> (6 m x 0,60 cm) contient 43 palmes d'un mètre. Un panneau de 70,23 m<sup>2</sup> contient 840 palmes ou 12 palmes par m<sup>2</sup>.

Nombre de panneaux : 88 m ÷ 6 m = 14,3 panneaux de 70,2 m<sup>2</sup> chacune.

Nombre de lattes : (88 m + 1) / 2 = 44,5 m x 39 = 1740 m linéaires de lattes d'environ de 2,5 cm de diamètre.

**Résumé du matériel requis par panneau** : 840 palmes d'environ 1 m de longueur chacune, 11 montants = 147 m, 10 m de montants pour la base d'assemblage et 122 m de lattes horizontales.

### **a) Approvisionnement de palmes et de poutres de *caña de guayaquil*.**

#### **i) L'approvisionnement des matières premières**

Smailes (2000 : 46-58). matériel destiné à servir de poutres, de lattes et de palmes pour couvrir le toit : *Caña brava* : 0,5 kg/m, (1 panneau (7,5 m<sup>2</sup>) de 2,5 m par 3 m, requiert 75 m de poutre de *caña de guayaquil* et 450 m de palmes de *caña brava*. Ainsi :

- Palmes : 0,016 h/m x 12 m / m<sup>2</sup> = **0,19 h/m<sup>2</sup>**

- Poutres de 7-10 cm diamètre : 0,135 h/m x 2,24 m / m<sup>2</sup> = **0,30 h/m<sup>2</sup>**

- Lattes de 3 cm de diamètre : 0,135 h/m x 1,74 m / m<sup>2</sup> x 30 % = **0,07 h/m<sup>2</sup>**

Note : 30% = Les montants ont un diamètre de 10 cm et les lattes de 3 cm.

#### **ii) Transport des palmes, des lattes et des poutres**

Selon Smailes (2000 : 48), pour 1 km :  $0,010 \text{ h/m (30 kg)} \times 12 \text{ m} / \text{m}^2 \times 22 \text{ kg} / 30 \text{ kg} = \mathbf{0,088 \text{ h/m}^2}$  (Note : 22 kg vs 30 kg). Le cout de transport des poutres et des lattes est inclus dans le cout d'approvisionnement.

### iii) Fabrication et érection de la toiture

Smailes (2000 : 49)  $20,00 \text{ h} / 7,5 \text{ m}^2$

Construction et érection :  $2,7 \text{ h/m}^2 \times 10\% = \mathbf{0,27 \text{ h/m}^2}$

Note : Explication du taux de 10% : la construction requiert 5 fois moins de palmes, 4,5 moins de montants et aucune application est requise sur le toit.

### iv) Construction de la structure devant recevoir les panneaux.

Inclus dans la fabrication et l'installation.

**Cout total du toit** =  $0,19 \text{ h} + 0,30 \text{ h} + 0,07 \text{ h} + 0,088 \text{ h} + 0,27 \text{ h} = 0,918 \text{ h/m}^2 \times 1003 \text{ m}^2 = 921 \text{ h}$ , soit un taux unitaire de **10 h par mètre linéaire** ( $(921 \div (3,1416 \times 28 \text{ m}))$ ).

Note : Abrams (1994 : 44, 52) n'a pas jugé important de tenir compte des couts énergétiques liés aux toits alors que Erasmus (1965 : 291) n'en fait aucune mention.

## **Annexe II**

**Site Las Mercedes : compilation des altitudes**

Structures Élévation	Points de réf.	Notes	Sol original apr. opération	Sol original Altitude
-------------------------	-------------------	-------	--------------------------------	--------------------------

**Note :** tous les points de levé proviennent du fichier de format "Autocad" :  
 "superficie las mercedes 2005\_B2000" (Vázquez Leiva et Chapdelaine 2005 : 25).  
 Les points identifiés sans le préfixe "E" sont identifiés comme tels dans le fichier précité,  
 alors que ceux précédés du "E" ont été annotés par l'auteur d l'annexe II.

**1- Structure R1 (figure 7.5)**

2,885	E11	Centre de R1.		
2,836	E12			
2,703	E13	Op. 10a		
<b>2,484</b>	<b>E14</b>	Op. 10a : sol est estimé à 2,260 m	2,060	<b>0,424</b>
<b>2,150</b>	<b>E15</b>	10a et extérieur de R1. Sol à 2,00 m	1,800	<b>0,350</b>
0 (?)		Datum J (note: l'altitude "0" semble erronée).		

**Note :** le point d'élévation du sol avant construction du monticule est estimé à **0,367 cm**  
 soit  $((0,424 + 0,350) / 2)$ .

**2- Structure R2 (figure 7.5)**

1,382	E26	Bas, est de R2		
1,28	E27	Bas, est de R2		
<b>0,927</b>	<b>E28</b>	Bas, est de R2	0,200	<b>0,727</b>
1,448	E29	Haut, est de R2		
1,531	E30	Haut, est de R2		
2,383	E40	Bas, est de R2		
<b>0,86</b>	<b>E31</b>	Bas, est de R2	0,200	<b>0,660</b>
2,05	E32	Haut de R2		
<b>0,854</b>	<b>E33</b>	Bas, est de R2	0,200	<b>0,654</b>
1,142	E34	Centre		
1,591	E35	Haut de R2		
1,35	E36	Haut de R2		
-0,661	<b>E38</b>	Point à l'est du fossé, ouest de R2	0,200	<b>-0,861</b>
-0,524	<b>E39</b>	Point à l'est du fossé, ouest de R2	0,200	<b>-0,724</b>

**Note :** le point d'élévation a été estimé à **-0,79 cm** (E38, E39) et **0,68 cm** (E28, E33).  
 La longueur de la structure R2 est d'environ 108 m.

**3- Structure R3 (figure 7.5)**

0,801	E41	Point sud, bas		
0,552	E42	Point sud, bas, sculpture.		
<b>-0,471</b>	<b>E43</b>	Point à l'est du fossé	0,200	<b>-0,671</b>
-1,817	E44	Fossé		

**Note :** la longueur de la structure est de 40 m.

Structures Élévation	Points de réf.	Notes	Sol originel apr. opération	Sol originel Altitude
<b>4- Structure R4 (figure 7.5)</b>				
1,691	E16	Bas de R4		
<b>1,718</b>	<b>E17</b>	<b>Bas de R4. IMG_649.</b>	0,470	<b>1,240</b>
1,987	E18	Bas de R4		
2,521	E19	Haut de R4		
2,404	E20	Haut de R4		
3,499	E21	Haut, comparaison avec E32 à 2,05 m.		
2,678	E22	Haut, centre, végétation.		
1,590	E23	Haut, centre		
0,854	E24	Haut, ouest		
<b>-0,033</b>	<b>E25</b>	<b>Fossé, est de R4</b>	0,200	<b>-0,230</b>

Note : la longueur de la structure R4 est estimée à 118 m.



IMG649. Extrémité est de la structure R4 (Photographie : Eddy Lachapelle).

**5- Structure R6 (figure 7.5)**

<b>-0,463</b>	<b>E45</b>	Nord-est de R6, sculpture.	0,200	<b>-0,670</b>
0,251	E46	Sud, haut de R6.		
-1,372	E9	Altitude de la <i>calzada</i> iroquois. Ouest R6.		-1,570

## Compilation des altitudes

xxix

Structures Élévation	Points de réf.	Notes	Sol originel apr. opération	Sol originel Altitude
-------------------------	-------------------	-------	--------------------------------	--------------------------

**Note :** la longueur de la structure R6 est estimée à 39 m et sa hauteur à 1,80 m.

### 6- Structure R7 (figure 7.5)

	ouest			-1,400
	Est			-0,800
	Est			-0,600

**Note :** la longueur de la structure R7 est estimée à 25,89 m et sa hauteur à 1,80 m.

### 7- Structure R9 (figure 7.3 )

-1,049	E77	<b>Datum C</b>		
-1,79	x	1,50 cm de 5a sud, bas		
-1,276	x	Op. 5a sud, haut		
-1,436	x	Op. 5a sud, haut		
-1,39	452	Op. 5a, haut du monticule. 5 rangées de galets		
-1,31	454	Op. 5a, haut du monticule.	0,740	-2,050
-1,509	495	Op. 5a, haut du monticule.		
-1,468	493	<b>Op. 5b, haut, 8 rangées. DSCN8866</b>	1,200	
-1,735	491	Op. 5b, bas du monticule.		
-1,697	<b>E53</b>	Op. 5b, bas du monticule.	0,420	-2,117
-0,99	470	Op. 5c, à 4 m de 5i.		
-1,00	477	Op. 5c, à 4 m de 5i.		
-1,104		Op. 5c, à 8 m de 5i.		
-0,99	468	Op. 5c, à 4 m de 5i.	1,070	-2,060
-1,643	x	4 mètres de 5d		
-1,095	E80	<b>Op. 5d, haut. Est. 8 rangées. DSCN8984</b>		
-1,242	E80	Op. 5d, bas		
-1,271	E80	Op. 5d, bas.		
-1,101	E80	Op. 5d, haut du monticule.	0,920	-2,020
-1,78	E54	Op. 5e, au bas du monticule à 3,50 m.		
-1,743	E54	Op. 5e, au bas du monticule à 2,90 m.		-2,103

**Note :** il n'y a pas de point de levé à la surface du monticule, au niveau de l'opération 5e.

-1,287	x	Op. 5f, bas, à plus d'un mètre du parement.		
-1,365	x	Op. 5f, bas, à plus d'un mètre du parement.		
-1,316	x	Op. 5f, bas, plus d'un mètre du parement.	0,60 - (?)	-1,916
-0,99	468	Op. 5i		
-0,99	470	Op. 5i		
-1,029	467	Op. 5i		
-0,982	466	Op. 5i		
-0,99	470	Op. 5i, estimation	1,120	-2,110
-1,764	E52	5j, haut du monticule.		

## Compilation des altitudes

xxx

Structures Élévation	Points de réf.	Notes	Sol originel apr. opération	Sol originel Altitude
-1,741	E52	5j, haut du monticule.	0,50 - (0,20)	-2,041
-2,623	E50	8,4 m nord R9, 6a, 18,2 m de la tour.		
-2,481	E79	6 m de R9 et 7 m de E54		
-2,623	x	Sentier nord de R9		
-2,93	x	Sentier nord de R9		
-3,357	103	32 mètres de la tour, nord-est		
-1,891	E78	4,42 m de R9, op. 5j		

**Note :** nous avons estimé que ce monticule a pu avoir à l'origine 9 rangées de galets, en tenant compte des opérations 5b et 5d et de l'altitude du datum C à -1,049 m. Référence au profil stratigraphique de l'opération 5d (Vázquez et Chapdelaine 2005 : 44, fig. 21). Les diamètres de 25 m et de 16,3 m ont été mesurés sur place. La distance entre R9 et R1 est de 169,88 m. et le niveau théorique du sol est estimé à -2,05 m.



**DSCN8866.** Structure R9, opération 5b (Photographie : Claude Chapdelaine).

Structures Élévation	Points de réf.	Notes	Sol originel apr. opération	Sol originel Altitude
-------------------------	-------------------	-------	--------------------------------	--------------------------



DSCN8984. Structure R9, opération 5d (Photographie : Claude Chapdelaine).

**8- Structure R11 (figure 7.4)**

-1,959	x	Bas rampe sud-ouest		
-2,033	x	Bas rampe sud-ouest		
-1,855	x	Haut, côté est		
-1,829	46	Haut, côté est		
-2,826	x	Bas, côté est		
-2,065	50	Bas, côté ouest		
-1,757	51	Haut, côté ouest		
-2,325	x	3 mètres, bas côté ouest		
-2,148	E76	Estatua		
-1,67	E48	Sud rampe, gps		
-2,826	x	Entre 8a et rampe	0,300	-3,126
-3,034	x	Entre 8a et rampe		-3,334

**Note :** le niveau du sol de la terrasse avant construction est estimé à -3,100 m.

La longueur de 30 m et la largeur de 7 m ont été mesurées sur place.

Structures Élévation	Points de réf.	Notes	Sol originel apr. opération	Sol originel Altitude
<b>9- a) Structure R12 (figure 7.5)</b>				
-1,486	E68	Datum B		
<b>-1,741</b>	<b>E70</b>	Op. 3a, haut	1,300	<b>-3,041</b>
-1,85	E70	Op. 3b, haut, tombe pillée.	0,86-1,09	var.
<b>-1,942</b>	<b>E74</b>	<b>Op. 3c, haut, photos: IMG506</b>	1,15 (es)	<b>-3,092</b>
-2,73	219	Op. 3c, bas		
<b>-1,228</b>	<b>E69</b>	<b>Op. 3d, haut, photos: DSCN8537</b>	<b>1,900</b>	<b>-3,128</b>
<b>-2,248</b>	<b>E71</b>	Op. 3d, bas		
-2,95	x	Op. 3d, bas		
-3,034	x	Op. 3d, bas		
-2,383	194, E75	Op. 3f, haut. 4 rangées de galets.	1,150	-3,483
-2,89	193	Op. 3f, bas		

**Note** : l'opération 3c : estimation de 9 à 10 rangées de galets. Opération 3d : estimation de 9 et 10 rangées de galets. Référence au profil stratigraphique (Vázquez et Chapdelaine 2005 : 36, fig. 16). Le point de levé E69 avec une élévation de -1,228 m devrait correspondre à une altitude de -1,00 m en repositionnant les galets extérieurs selon un angle de 90 degrés. On obtient 2,00 m de hauteur ((-1,228 m) - (-3,128 m)) de galets, soit l'équivalent de 10 rangées de galets.



**IMG506.** Structure R12, opération 3b (Photographie : Eddy Lachapelle).

Structures Élévation	Points de réf.	Notes	Sol original apr. opération	Sol original Altitude
-------------------------	-------------------	-------	--------------------------------	--------------------------



**DSCN8537.** Structure R12, opération 3d (Photographie : Claude Chapdelaine).

**Note :** Opérations 3a, 3c, et 3d : le niveau du sol est estimé à -3,100 m (côté sud et est).

Opération 3f : le niveau du sol avant construction est estimé à -3,270 m (côté nord).

Opérations 3f et 4a : le niveau du sol avant construction est estimé à -3,330 m (côté ouest).

Le diamètre de R12 est de 28 m et il est situé à 109,69 m du centre de R9. Le centre de R12 est situé à 181,88 m du centre de R1.

**9- b) Structure terrasse (ouest de R12)**

-3,126 E72 Op. 4a, surface.

0,500

-3,626

-3,129 E73 Op. 4a, surface.

**Note :** le niveau du sol de la terrasse est estimé à -3,630 m en considérant l'opération 4a.

Structures Élévation	Points de réf.	Notes	Sol originel apr. opération	Sol originel Altitude
<b>10- Structure R13</b>				
-2,951	104 (E51)	Près de la tour métallique.	Est. 0,250	<b>-3,200</b>
-2,623	E50	Op. 6a de R9.	0,250	
<b>Note :</b> le diamètre de 25 m et la hauteur de 1,60 m ont été mesurés sur place. Considérant qu'une partie du parement se situe dans le sol, nous avons estimé 8 rangées de galets.				
<b>11- a) Calzada iroquois</b>				
0,538	E1	Opération 7b, ouest.	0,200	<b>0,338</b>
0,764	E2			0,564
0,928	E3			0,728
0,805	E4			0,605
-0,251	E5			-0,451
-0,412	E6			-0,612
-0,724	7a	Opération 7a, à l'ouest de 7b.	0,200	<b>-0,927</b>
-0,947	E7			-1,147
-1,158	E8			-1,358
-1,372	E9	Est, longueur de 107,03 mètres.		-1,572
<b>Note :</b> le centre de R1 est situé à 222,69 m de l'opération 7b de la <i>calzada</i> iroquois.				
<b>12- b) Calzada pocora</b>				
2,255	E55	56 m de la plaza.		
2,177	E56	77 m de la plaza.		
1,366	E57	84 m de la plaza. Aucun indice de <i>calzada</i> .		
1,144	E58	88 m de la plaza.		
1,270	E59	94 m de la plaza.		
1,220	E60	107 m de la plaza. Galets associés à la <i>calzada</i> .		
<b>1,019</b>	<b>E61</b>	112 m de la plaza, présence de la <i>calzada</i> .	0,200	<b>0,819</b>
1,235	E62	116 m de la plaza.		
1,399	E63	121 m de la plaza.		
1,720		Sculpture 21, fig. 41, près du fossé à 123 m de R1.		
<b>0,880</b>	<b>E64</b>	126,5 m de la plaza. Fossé et présence de galets.		<b>0,680</b>
<b>0,787</b>	<b>E66</b>	Balise, côté est du fossé.	0,200	<b>0,587</b>
<b>0,836</b>	<b>E67</b>	Balise, côté est du fossé.	0,200	<b>0,636</b>
<b>0,979</b>	<b>E65</b>	132 m de la plaza, Fossé. Un 3e fossé à 150 m		<b>0,779</b>

## **Annexe III**

**Site Las Mercedes : données volumétriques**

Structures	Élévation du sol [annexe II]	Rayon Sol / Surface	Hauteur mètre	Angle inclinai- son	Sol Longueur / mètre	Surface Largeur mètre	Volume m <sup>3</sup>
<b>1- Enceintes (Données selon plan de Hartman 1901 : 8).</b>							
R2a	0,68 cm	6,35 m / 3,86	2,50	44,85%	s/o	s/o	<b>209</b>
R2b	-0,78 cm	s/o	1,80	31,0%	57,445	6,422	<b>919</b>
		s/o		31,0%	56,298	4,269	
Note: longueur de R2a et R2b est estimé à 107,82 m.							
R3	-0,67 cm	s/o	2,00	31,3%	40,480	6,744	<b>799</b>
		s/o		31,3%	38,051	4,314	
Note: longueur de la structure R3 est estimé à 40 m.							
R4a	1,24 m	5,35 m / 3 m	3,00	38,0%	s/o	s/o	<b>169</b>
R4b		s/o	2,00	31,0%	46,000	6,000	<b>431</b>
		s/o		31,0%	43,600	3,600	
R4c		s/o		31,0%	19,000	6,000	<b>172</b>
		s/o		31,0%	16,600	3,600	
R4d	-0,23 cm	s/o		26,0%	16,940	7,245	<b>156</b>
		s/o		26,0%	14,900	5,294	
R6	-0,67 cm	s/o	1,80	35,0%	39,000	6,600	<b>352</b>
R7	-0,60 cm	s/o	1,80	35,0%	26,000	6,600	<b>228</b>
		s/o		35,0%	23,460	4,080	
<b>2- Monticules (Données selon Vásquez Leiva et Chapdelaine 2005 et annexe II).</b>							
R1	0,367 cm	15 m / 10 m	4,20	49,5%	s/o	s/o	<b>2102</b>
R9	-2,0500	12,5 m	1,80	0,0%	s/o	s/o	<b>884</b>
R9 extention	-2,0500	s/o	1,80	0,0%	19,670	16,310	<b>548</b>
				0,0%	19,670	16,310	
Note: estimation de 9 rangées de galets [annexe II, 7]							
R11	-3,1000	s/o	1,60	0,0%	30,000	7,000	<b>336 / 2</b>
		s/o	0,20	0,0%	30,000	7,000	
R12	-3,1000	14 m	2,00	0,0%	s/o	s/o	<b>1232</b>
Terrasse	-3,6300	s/o	0,50	0,0%	27,5000	27,500	<b>286</b>
Note: estimation de 10 rangées de galets [annexe II, 9a]							
R13	-3,2000	12,5 m	1,60		s/o	s/o	<b>785</b>
Note: estimation de 8 rangées de galets [annexe II, 10]							
<b>3- Chaussées</b>							
Calzada	0,34 cm	s/o	0,17	0,0%	176,500	5,000	<b>1190</b>
iroquois	-1,57 m			0,0%	176,500	5,000	
pocora	0,68 cm	s/o	0,17	0,0%	189,140	5,000	<b>1190</b>
2,8 km				0,0%	189,140	5,000	

## **Annexe IV**

**Site Las Mercedes : feuilles de cout par structure architecturale**

**Feuille de cout - 1 : Cout énergétique du monticule circulaire R1****Description de la substructure :** Monticule centrale R1**Volume total :** 2 102 m<sup>3</sup>    **Aire de surface :** 707 m<sup>2</sup>**Volume galets :** 138 m<sup>3</sup>    **Poids des galets :** 281 017 kg**Volume du remblai :** 1 964 m<sup>3</sup>    **Poids du remblai :** 2 083 804 kg**Approvisionnement**Galets : Option 1 :  $V \div 0,443 \text{ m}^3/\text{h} = 312 \text{ h}$     Option 2 :  $V \div 0,443 \text{ m}^3/\text{h} = 312 \text{ h}$ Remblai : Option 1 :  $V \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 3\,777 \text{ h}$     Option 2 :  $V \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 3\,928 \text{ h}$ Total des frais d'acquisition = Option 1 : **4 089 h**    Option 2 : **4 240 h****Transport**Galets : Option 1 :  $V \div 0,027 \text{ m}^3/\text{h} = 5\,111 \text{ h}$     Option 2 :  $V \div 0,0245 \text{ m}^3/\text{h} = 5\,633 \text{ h}$ Remblai : Option 1 :  $V \div 0,096 \text{ m}^3/\text{p} = 20\,458 \text{ h}$     Option 2 :  $V \div 0,0778 \text{ m}^3/\text{p} = 25\,244 \text{ h}$ Total des frais de transport = Option 1 : **25 569 h**    Option 2 : **30 877 h****Construction**

Positionner les galets en cercle:

Option 1 :  $V \div 0,168 \text{ m}^3/\text{h} = 821 \text{ h}$     Option 2 :  $V \div 0,160 \text{ m}^3/\text{h} = 863 \text{ h}$ 

Niveler et compacter le remblai:

Option 1 :  $V \div 0,600 \text{ m}^3/\text{h} = 3\,273 \text{ h}$     Option 2 :  $V \div 0,600 \text{ m}^3/\text{h} = 3\,273 \text{ h}$ Total des frais de construction = Option 1 : **4 094 h**    Option 2 : **4 136 h****Préparation du terrain**Nivellement du sol : (Surface : 707 m<sup>2</sup> x 0,20 cm) / 2Option 1 :  $71 \text{ m}^3 \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 137 \text{ h}$     Option 2 :  $71 \text{ m}^3 \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 142 \text{ h}$ **Coût total** (incluant 10 % de productivité négative) :**Option 1 : 33 889 h x 110 % = 37 300 h**    **Option 2 : 39 395 h x 110 % = 43 300 h**

## Feuille de cout - 2 : Cout énergétique de l'enceinte R2

### Description de la substructure: Enceinte nord R2

**Volume total : 1128 m<sup>3</sup>      Aire de surface : 737 m<sup>2</sup>      Volume d'argile : 31 m<sup>3</sup>**

**Volume galets : 959 m<sup>3</sup>      Poids des galets : 2 051 958 kg**

### Approvisionnement

Galets : Option 1 :  $V \div 0,420 \text{ m}^3/\text{h} = 2\,283 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,420 \text{ m}^3/\text{h} = 2\,283 \text{ h}$

Argile : Option 1 :  $V \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 60 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 62 \text{ h}$

Total des frais d'acquisition = Option 1 : **2 343 h**      Option 2 : **2 345 h**

### Transport

Galets : Option 1 :  $V \div 0,0258 \text{ m}^3/\text{h} = 37\,171 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,0234 \text{ m}^3/\text{h} = 40\,983 \text{ h}$

Argile : Option 1 :  $V \div 0,0298 \text{ m}^3/\text{h} = 1\,040 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,0242 \text{ m}^3/\text{h} = 1\,281 \text{ h}$

Total des frais de transport = Option 1 : **38 211 h**      Option 2 : **42 264 h**

### Construction

Positionner les galets:

Option 1 :  $V \div 0,168 \text{ m}^3/\text{h} = 5\,708 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,160 \text{ m}^3/\text{h} = 5\,994 \text{ h}$

### Préparation du terrain

Nivellement du sol : (Surface : 737 m<sup>2</sup> x 0,20 cm) /2

Option 1 :  $74 \text{ m}^3 \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 142 \text{ h}$       Option 2 :  $74 \text{ m}^3 \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 148 \text{ h}$

### Finition

Enduit d'argile :

Option 1 :  $V \div 0,56 \text{ m}^3/\text{h} = 55 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,40 \text{ m}^3/\text{h} = 78 \text{ h}$

**Coût total (incluant 10 % de productivité négative) :**

**Option 1 : 46 459 h x 110 % = 51 100 h      Option 2 : 50 829 h x 110 % = 55 900 h**

### Feuille de cout - 3 : Cout énergétique de l'enceinte R3

#### **Description de la substructure: Enceinte centre R3**

**Volume total : 799 m<sup>3</sup>      Aire de surface : 468 m<sup>2</sup>      Volume enduit d'argile : 22 m<sup>3</sup>**

**Volume galets : 680 m<sup>3</sup>      Poids des galets : 1 454 966 kg**

#### **Approvisionnement**

Galets : Option 1 :  $V \div 0,420 \text{ m}^3/\text{h} = 1\,619 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,420 \text{ m}^3/\text{h} = 1\,619 \text{ h}$

Argile : Option 1 :  $V \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 42 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 44 \text{ h}$

Total des frais d'acquisition = Option 1 : **1 661 h**      Option 2 : **1 663 h**

#### **Transport**

Galets : Option 1 :  $V \div 0,0258 \text{ m}^3/\text{h} = 26\,357 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,0234 \text{ m}^3/\text{h} = 29\,060 \text{ h}$

Argile : Option 1 :  $V \div 0,0298 \text{ m}^3/\text{h} = 738 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,0242 \text{ m}^3/\text{h} = 909 \text{ h}$

Total des frais de transport = Option 1 : **27 095 h**      Option 2 : **29 969 h**

#### **Construction**

Positionner les galets:

Option 1 :  $V \div 0,168 \text{ m}^3/\text{h} = 4\,048 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,160 \text{ m}^3/\text{h} = 4\,250 \text{ h}$

#### **Préparation du terrain**

Nivellement du sol : (Surface : 468 m<sup>2</sup> x 0,20 cm) / 2

Option 1 :  $47 \text{ m}^3 \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 90 \text{ h}$       Option 2 :  $47 \text{ m}^3 \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 94 \text{ h}$

#### **Finition**

Enduit d'argile :

Option 1 :  $V \div 0,560 \text{ m}^3/\text{h} = 39 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,400 \text{ m}^3/\text{h} = 55 \text{ h}$

**Coût total (incluant 10 % de productivité négative) :**

**Option 1 : 32 933 h x 110 % = 36 300 h      Option 2 : 36 031 h x 110 % = 39 600 h**

### Feuille de cout - 4 : Cout énergétique de l'enceinte R4

#### Description de la substructure: Enceinte sud R4

**Volume total :** 928 m<sup>3</sup>      **Aire de surface :** 601 m<sup>2</sup>      **Volume enduit d'argile :** 25 m<sup>3</sup>

**Volume galets :** 789 m<sup>3</sup>      **Poids des galets :** 1 688 209 kg

#### Approvisionnement

Galets : Option 1 :  $V \div 0,420 \text{ m}^3/\text{h} = 1\ 879 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,420 \text{ m}^3/\text{h} = 1\ 879 \text{ h}$

Argile : Option 1 :  $V \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 48 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 50 \text{ h}$

Total des frais d'acquisition = Option 1 : **1 927 h**      Option 2 : **1 929 h**

#### Transport

Galets : Option 1 :  $V \div 0,0258 \text{ m}^3/\text{h} = 30\ 581 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,0234 \text{ m}^3/\text{h} = 33\ 718 \text{ h}$

Argile : Option 1 :  $V \div 0,0298 \text{ m}^3/\text{h} = 839 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,0242 \text{ m}^3/\text{h} = 1033 \text{ h}$

Total des frais de transport = Option 1 : **31 420 h**      Option 2 : **34 751 h**

#### Construction

Positionner les galets:

Option 1 :  $V \div 0,168 \text{ m}^3/\text{h} = 4\ 696 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,160 \text{ m}^3/\text{h} = 4\ 931 \text{ h}$

#### Préparation du terrain

Nivellement du sol : (Surface : 601 m<sup>2</sup> x 0,20 cm) /2

Option 1 :  $60 \text{ m}^3 \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 115 \text{ h}$       Option 2 :  $60 \text{ m}^3 \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 120 \text{ h}$

#### Finition

Enduit d'argile :

Option 1 :  $V \div 0,560 \text{ m}^3/\text{h} = 45 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,400 \text{ m}^3/\text{h} = 63 \text{ h}$

**Coût total** (incluant 10 % de productivité négative) :

**Option 1 : 38 203 h x 110 % = 42 000 h**      **Option 2 : 41 794 h x 110 % = 46 000 h**

**Feuille de cout - 5 : Cout énergétique de l'enceinte R6****Description de la substructure: Mur oblique sud R6**

**Volume total :** 352 m<sup>3</sup>      **Aire de surface :** 257 m<sup>2</sup>      **Volume enduit d'argile :** 10 m<sup>3</sup>

**Volume galets :** 299 m<sup>3</sup>      **Poids des galets :** 639 768 kg

**Approvisionnement**

Galets : Option 1 :  $V \div 0,420 \text{ m}^3/\text{h} = 712 \text{ h}$

Option 2 :  $V \div 0,420 \text{ m}^3/\text{h} = 712 \text{ h}$

Argile : Option 1 :  $V \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 19 \text{ h}$

Option 2 :  $V \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 20 \text{ h}$

Total des frais d'acquisition = Option 1 : **731 h**

Option 2 : **732 h**

**Transport**

Galets : Option 1 :  $V \div 0,0258 \text{ m}^3/\text{h} = 11\,589 \text{ h}$

Option 2 :  $V \div 0,0234 \text{ m}^3/\text{h} = 12\,778 \text{ h}$

Argile : Option 1 :  $V \div 0,0298 \text{ m}^3/\text{h} = 336 \text{ h}$

Option 2 :  $V \div 0,0242 \text{ m}^3/\text{h} = 413 \text{ h}$

Total des frais de transport = Option 1 : **11 925 h**

Option 2 : **13 191 h**

**Construction**

Positionner les galets:

Option 1 :  $V \div 0,168 \text{ m}^3/\text{h} = 1\,780 \text{ h}$

Option 2 :  $V \div 0,160 \text{ m}^3/\text{h} = 1\,869 \text{ h}$

**Préparation du terrain**

Nivellement du sol : (Surface : 257 m<sup>2</sup> x 0,20 cm) / 2

Option 1 :  $26 \text{ m}^3 \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 50 \text{ h}$

Option 2 :  $26 \text{ m}^3 \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 52 \text{ h}$

**Finition**

Enduit d'argile :

Option 1 :  $V \div 0,560 \text{ m}^3/\text{h} = 18 \text{ h}$

Option 2 :  $V \div 0,400 \text{ m}^3/\text{h} = 25 \text{ h}$

**Coût total (incluant 10 % de productivité négative) :**

**Option 1 : 14 504 h x 110 % = 16 000 h**

**Option 2 : 15 869 h x 110 % = 17 500 h**

## Feuille de cout - 6 : Cout énergétique de l'enceinte R7

**Description de la substructure:** Mur oblique nord R7

**Volume total :** 228 m<sup>3</sup>      **Aire de surface :** 172 m<sup>2</sup>      **Volume enduit d'argile :** 7 m<sup>3</sup>

**Volume galets :** 198 m<sup>3</sup>      **Poids des galets :** 415 094 kg

### Approvisionnement

Galets : Option 1 :  $V \div 0,420 \text{ m}^3/\text{h} = 471 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,420 \text{ m}^3/\text{h} = 471 \text{ h}$

Argile : Option 1 :  $V \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 13 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 14 \text{ h}$

Total des frais d'acquisition = Option 1 : **484 h**      Option 2 : **485 h**

### Transport

Galets : Option 1 :  $V \div 0,0258 \text{ m}^3/\text{h} = 7\,674 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,0234 \text{ m}^3/\text{h} = 8\,462 \text{ h}$

Argile : Option 1 :  $V \div 0,0298 \text{ m}^3/\text{h} = 235 \text{ h-p}$       Option 2 :  $V \div 0,0242 \text{ m}^3/\text{h} = 289 \text{ h}$

Total des frais de transport = Option 1 : **7 909 h**      Option 2 : **8 751 h**

### Construction

Positionner les galets:

Option 1 :  $V \div 0,168 \text{ m}^3/\text{h} = 1\,179 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,160 \text{ m}^3/\text{h} = 1\,238 \text{ h}$

### Préparation du terrain

Nivellement du sol : (Surface : 172 m<sup>2</sup> x 0,20 cm) /2

Option 1 :  $17 \text{ m}^3 \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 33 \text{ h}$       Option 2 :  $17 \text{ m}^3 \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 34 \text{ h}$

### Finition

Enduit d'argile :

Option 1 :  $V \div 0,560 \text{ m}^3/\text{h} = 13 \text{ h-p}$       Option 2 :  $0,400 \text{ m}^3/\text{h} = 18 \text{ h}$

**Coût total** (incluant 10 % de productivité négative) :

**Option 1 :** 9 618 h x 110 % = **10 600 h**      **Option 2 :** 10 526 h x 110 % = **11 600 h**

## Feuille de cout - 7 : Cout énergétique du monticule ovale R9

### Description de la substructure: Monticule ovale R9

**Volume total :** 1432 m<sup>3</sup>      **Aire de surface :** 812 m<sup>2</sup>      **Aire périphérique :** 95 m lin.

**Volume galets :** 72 m<sup>3</sup>      **Poids des galets :** 146 075 kg

**Volume du remblai :** 1360 m<sup>3</sup>      **Poids du remblai :** 1 442 960 kg

### Approvisionnement

Galets : Option 1 :  $V \div 0,443 \text{ m}^3/\text{h} = 163 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,443 \text{ m}^3/\text{h} = 163 \text{ h}$

Remblai : Option 1 :  $V \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 2 615 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 2 720 \text{ h}$

Total des frais d'acquisition = Option 1 : **2 778 h**      Option 2 : **2 883 h**

### Transport

Galets : Option 1 :  $V \div 0,027 \text{ m}^3/\text{h} = 2 667 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,0245 \text{ m}^3/\text{h} = 2 939 \text{ h}$

Remblai : Option 1 :  $V \div 0,096 \text{ m}^3/\text{p} = 14 167 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,0778 \text{ m}^3/\text{p} = 17 481 \text{ h}$

Total des frais de transport = Option 1 : **16 834 h**      Option 2 : **20 420 h**

### Construction

Positionner les galets en cercle:

Option 1 :  $V \div 0,168 \text{ m}^3/\text{h} = 429 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,160 \text{ m}^3/\text{h} = 450 \text{ h}$

Niveler et compacter le remblai:

Option 1 :  $V \div 0,600 \text{ m}^3/\text{h} = 2 267 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,600 \text{ m}^3/\text{h} = 2 267 \text{ h}$

Total des frais de construction = Option 1 : **2 696 h**      Option 2 : **2 717 h**

### Préparation du terrain

Nivellement du sol : (Surface : 812 m<sup>2</sup> x 0,20 cm) /2

Option 1 :  $81 \text{ m}^3 \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 156 \text{ h}$       Option 2 :  $81 \text{ m}^3 \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 162 \text{ h}$

### Superstructure

Acquisition, transport, construction et érection du toit : 95 m lin. x 10,00 h/ m lin. = **950 h**

**Coût total** (incluant 10 % de productivité négative) :

**Option 1 :** 23 414 h x 110 % = **25 800 h**      **Option 2 :** 27 132 h x 110 % = **29 800 h**

## Feuille de cout - 8 : Cout énergétique de la rampe R11

**Description de la substructure:** Rampe R11

**Volume total :** 168 m<sup>3</sup>      **Aire de surface :** 210 m<sup>2</sup>

**Volume galets :** 22 m<sup>3</sup>      **Poids des galets :** 43 594 kg

**Volume du remblai :** 146 m<sup>3</sup>      **Poids du remblai :** 154 906 kg

### Approvisionnement

Galets : Option 1 :  $V \div 0,443 \text{ m}^3/\text{h} = 50 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,443 \text{ m}^3/\text{h} = 50 \text{ h}$

Remblai : Option 1 :  $V \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 281 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 292 \text{ h}$

Total des frais d'acquisition = Option 1 : **331 h**      Option 2 : **342 h**

### Transport

Galets : Option 1 :  $V \div 0,027 \text{ m}^3/\text{h} = 815 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,0245 \text{ m}^3/\text{h} = 898 \text{ h}$

Remblai : Option 1 :  $V \div 0,096 \text{ m}^3/\text{h} = 1 521 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,0778 \text{ m}^3/\text{h} = 1 877 \text{ h}$

Total des frais de transport = Option 1 : **2 336 h**      Option 2 : **2 775 h**

### Construction

Positionner les galets en cercle:

Option 1 :  $V \div 0,168 \text{ m}^3/\text{h} = 131 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,160 \text{ m}^3/\text{h} = 138 \text{ h}$

Niveler et compacter le remblai:

Option 1 :  $V \div 0,600 \text{ m}^3/\text{h} = 243 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,600 \text{ m}^3/\text{h} = 243 \text{ h}$

Total des frais de construction = Option 1 : **374 h**      Option 2 : **381 h**

### Préparation du terrain

Nivellement du sol : (Surface : 210 m<sup>2</sup> x 0,20 cm) /2

Option 1 :  $21 \text{ m}^3 \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 40 \text{ h}$       Option 2 :  $21 \text{ m}^3 \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 42 \text{ h}$

**Coût total** (incluant 10 % de productivité négative) :

**Option 1 : 3 081 h x 110 % = 3 400 h**

**Option 2 : 3 540 h x 110 % = 3 900 h**

## Feuille de cout - 9 : Cout énergétique du monticule circulaire R12

**Description de la substructure :** Monticule circulaire d'un diamètre de 28 m R12

**Volume total :** 1232 m<sup>3</sup>      **Aire de surface :** 616 m<sup>2</sup>      **Aire périphérique :** 88 m lin.

**Volume galets :** 70 m<sup>3</sup>      **Poids des galets :** 142 676 kg

**Volume du remblai :** 1162 m<sup>3</sup>      **Poids du remblai :** 1 232 882 kg

### Approvisionnement

Galets : Option 1 :  $V \div 0,443 \text{ m}^3/\text{h} = 158 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,443 \text{ m}^3/\text{h} = 158 \text{ h}$

Remblai : Option 1 :  $V \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 2\,235 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 2\,324 \text{ h}$

Total des frais d'acquisition = Option 1 : **2 393 h**      Option 2 : **2 482 h**

### Transport

Galets : Option 1 :  $V \div 0,027 \text{ m}^3/\text{h} = 2\,593 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,0245 \text{ m}^3/\text{h} = 2\,857 \text{ h}$

Remblai : Option 1 :  $V \div 0,096 \text{ m}^3/\text{h} = 12\,104 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,0778 \text{ m}^3/\text{h} = 14\,936 \text{ h}$

Total des frais de transport : Option 1 : **14 697 h**      Option 2 : **17 793 h**

### Construction

Positionner les galets en cercle:

Option 1 :  $V \div 0,168 \text{ m}^3/\text{h} = 417 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,160 \text{ m}^3/\text{h} = 438 \text{ h}$

Niveler et compacter le remblai:

Option 1 :  $V \div 0,600 \text{ m}^3/\text{h} = 1\,937 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,600 \text{ m}^3/\text{h} = 1\,937 \text{ h}$

Total des frais de construction = Option 1 : **2 354 h**      Option 2 : **2 375 h**

### Préparation du terrain

Nivellement du sol : (Surface : 616 m<sup>2</sup> x 0,20 cm) / 2 = 62 m<sup>3</sup>

Option 1 :  $62 \text{ m}^3 \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 119 \text{ h}$       Option 2 :  $62 \text{ m}^3 \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 124 \text{ h}$

### Superstructure

Acquisition, transport, construction et érection du toit : 88 m lin. x 10,00 h/ m lin. = **880 h**

**Coût total** (incluant 10 % de productivité négative):

**Option 1 :** 20 443 h x 110 % = **22 500 h**      **Option 2 :** 23 654 h x 110 % = **26 000 h**

**Feuille de cout - 10 : Cout énergétique de la terrasse R12****Description de la substructure:** Terrasse R12**Volume total :** 286 m<sup>3</sup>      **Surface :** 756 m<sup>2</sup>**Volume remblai :** 286 m<sup>3</sup>      **Poids du remblai :** 303 446 kg**Approvisionnement**Remblai:    Option 1 :  $V \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 550 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 572 \text{ h}$ **Transport**Remblai:    Option 1 :  $V \div 0,096 \text{ m}^3/\text{h} = 2\,979 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,0778 \text{ m}^3/\text{h} = 3\,676 \text{ h}$ **Construction** Nivelier et compacter le remblai:Option 1 :  $V \div 0,600 \text{ m}^3/\text{h} = 477 \text{ h}$       Option 2 :  $0,600 \text{ m}^3/\text{h} = 477 \text{ h}$ **Préparation du terrain** Nivellement du sol :  $(S \text{ m}^2 \times 0,10 \text{ cm}) / 2$ Option 1 :  $0 \text{ m}^3 \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 0 \text{ h}$       Option 2 :  $0 \text{ m}^3 \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 0 \text{ h}$ 

Note : nivellement du sol inclus dans le cout du monticule R12

**Coût total** (incluant 10 % de productivité négative) :**Option 1 :** 4 006 h x 110 % = 4 400 h**Option 2 :** 4 725 h x 110 % = 5 200 h

**Feuille de cout - 11 : Cout énergétique du monticule circulaire R13**

**Description de la substructure :** Monticule circulaire d'un diamètre de 25 m R13

**Volume total :** 785 m<sup>3</sup>      **Aire de surface :** 491 m<sup>2</sup>      **Aire périphérique :** 78,5 m lin.

**Volume galets :** 50 m<sup>3</sup>      **Poids des galets :** 101 954 kg

**Volume du remblai :** 735 m<sup>3</sup>      **Poids du remblai :** 779 835 kg

**Approvisionnement**

Galets : Option 1 :  $V \div 0,443 \text{ m}^3/\text{h} = 113 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,443 \text{ m}^3/\text{h} = 113 \text{ h}$

Remblai : Option 1 :  $V \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 1\,413 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 1\,470 \text{ h}$

Total des frais d'acquisition = Option 1 : **1 526 h**      Option 2 : **1 583 h**

**Transport**

Galets : Option 1 :  $V \div 0,027 \text{ m}^3/\text{h} = 1\,852 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,0245 \text{ m}^3/\text{h} = 2\,040 \text{ h}$

Remblai : Option 1 :  $V \div 0,096 \text{ m}^3/\text{h} = 7\,656 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,0778 \text{ m}^3/\text{h} = 9\,447 \text{ h}$

Total des frais de transport = Option 1 : **9 508 h**      Option 2 : **11 487 h**

**Construction**

Positionner les galets en cercle:

Option 1 :  $V \div 0,168 \text{ m}^3/\text{h} = 298 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,160 \text{ m}^3/\text{h} = 313 \text{ h}$

Niveler et compacter le remblai:

Option 1 :  $V \div 0,600 \text{ m}^3/\text{h} = 1\,225 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,600 \text{ m}^3/\text{h} = 1\,225 \text{ h}$

Total des frais de construction = Option 1 : **1 523 h**      Option 2 : **1 538 h**

**Préparation du terrain**

Nivellement du sol : (Surface : 491 m<sup>2</sup> x 0,20 cm) / 2 = 49 m<sup>3</sup>

Option 1 :  $49 \text{ m}^3 \div 0,520 \text{ m}^3/\text{h} = 94 \text{ h}$       Option 2 :  $49 \text{ m}^3 \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 98 \text{ h}$

**Superstructure**

Acquisition, transport, construction et érection du toit : 78,5 m lin. x 10,00 h/ m lin. = **785 h**

**Coût total** (incluant 10 % de productivité négative) :

**Option 1 : 13 436 h x 110 % = 14 800 h**      **Option 2 : 15 491 h x 110 % = 17 000 h**

## Feuille de cout - 12 : Cout énergétique des chaussées empierrées

**Description de la substructure:** Chaussées empierrées (iroquois et pocora : 2,7 km)

**Volume total :** 1 940 m<sup>3</sup>      **Aire de surface :** 13 500 m<sup>2</sup>

**Volume galets :** 1 105 m<sup>3</sup>      **Poids des galets :** 3 846 355 kg

**Volume du remblai :** 350 m<sup>3</sup> (réutilisation local)

### Approvisionnement

Galets : Option 1 :  $V \div 0,454 \text{ m}^3/\text{h} = 2\ 433 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,454 \text{ m}^3/\text{h} = 2\ 433 \text{ h}$

### Transport

Galets : Option 1 :  $V \div 0,0347 \text{ m}^3/\text{h} = 31\ 844 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,0313 \text{ m}^3/\text{h} = 35\ 304 \text{ h}$

### Construction

Positionner les galets:

Option 1 :  $V \div 0,168 \text{ m}^3/\text{h} = 6\ 577 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,160 \text{ m}^3/\text{h} = 6\ 906 \text{ h}$

Niveler et compacter le remblai:

Option 1 :  $V \div 0,600 \text{ m}^3/\text{h} = 583 \text{ h}$       Option 2 :  $V \div 0,600 \text{ m}^3/\text{h} = 700 \text{ h}$

Total des frais de construction = Option 1 : **7 160 h**      Option 2 : **7 489 h**

### Préparation du terrain

Nivellement du sol : (Surface : 13 500 m<sup>2</sup> x 0,20 cm) /2

Option 1 :  $1\ 350 \text{ m}^3 \div 0,52 \text{ m}^3/\text{h} = 2\ 596 \text{ h}$       Option 2 :  $1\ 350 \text{ m}^3 \div 0,500 \text{ m}^3/\text{h} = 2\ 700 \text{ h}$

**Coût total** (incluant 10 % de productivité négative) :

**Option 1 :** 44 033 h x 110 % = **48 400 h**      **Option 2 :** 47 926 h x 110 % = **52 700 h**

## Sommaire

Structures	Description	Option 1 (h/personne) (arrondi)	Option 2 (h/personne) (arrondi)	Poids remblai (kg)	Poids des galets (kg)
R1	Monticule central	37 300	43 300	2 083 804	281 017
R2	Enceinte nord	51 100	55 900	0	2 051 958
R3	Enceinte centrale	36 300	39 600	0	1 454 966
R4	Enceinte sud	42 000	46 000	0	1 688 209
R6	Mur oblique sud	16 000	17 500	0	639 768
R7	Mur oblique nord	10 600	11 600	0	415 094
R9	Monticule oblique	25 800	29 800	1 442 960	146 075
R12	Rampe (R11)	3 400	3 900	154 906	43 594
R12	Monticule	22 500	26 000	1 232 882	142 676
R12	Terrasse	4 400	5 200	303 446	0
R13	Monticule nord	14 800	17 000	779 835	101 954
Chaussées	Pocora et iroquois	48 400	52 700	371 350	3 846 355

## **Annexe V**

### **Site Las Mercedes : données quantitatives sur les galets échantillonnés**

## Données quantitatives sur les galets échantillonnés

lii

Secteurs	Identification position	Photo #	Code	Longueur cm	Largeur cm	Épaisseur cm	Circonfér. horizontale cm	Circonfér. verticale cm	Poids Kg
Monticules	R9 -rail	0	2	64,5	37,5	27,0	152,0	94,0	66,0
Monticules	R9 -rail	444	3	47,5	29,0	19,0	132,0	80,0	45,5
Monticules	R9 -rail	445	2	53,1	25,0	20,5	133,7	73,0	43,5
Monticules	R9 -rail	446	2	50,5	32,5	18,0	138,0	119,5	46,7
Monticules	R9 -rail	447	3	61,7	44,1	22,0	170,0	109,0	80,5
Monticules	R9 -rail	449	2	54,7	32,3	19,5	143,0	83,0	50,0
Monticules	R9 -rail	450	2	58,0	37,6	19,5	153,0	93,0	63,0
Monticules	R9 -rail	451	2	55,6	28,0	23,5	137,8	78,0	51,0
Monticules	R9 -rail	452	2	62,4	37,5	20,5	146,0	91,0	61,0
Monticules	R9 -rail	453	1	43,1	37,6	15,2	131,0	92,0	40,0
Monticules	R9 -rail	454	2	60,5	41,0	22,7	161,5	103,0	74,5
Monticules	R9 -rail	456	2	52,5	30,5	23,3	135,0	87,5	51,0
Monticules	R9 -rail	457	2	61,2	36,0	23,1	163,0	98,0	69,5
Monticules	R9 -rail	458	2	57,0	32,2	21,0	155,0	91,0	72,5
Monticules	R9 -rail	459	2	66,4	29,5	21,5	160,0	80,4	60,5
Monticules	R9 -rail	461	3	57,1	55,1	19,5	150,3	94,5	61,5
Monticules	R9 -rail	462	2	55,6	30,7	25,5	141,5	90,5	57,0
Monticules	R9 -rail	463	2	62,5	38,5	16,5	166,0	65,5	56,0
Monticules	R9 -rail	464	4	62,5	41,5	18,5	161,5	59,5	66,5
Monticules	R9 -rail	465	2	64,5	45,5	18,5	172,5	107,5	81,0
Monticules	R9	474	1	34,8	33,2	14,0	110,5	83,5	27,0
Monticules	R9	475	2	41,5	27,5	20,6	113,5	79,0	34,5
Monticules	R9	476	4	39,5	35,0	22,2	129,0	92,0	47,0
Monticules	R9	477	1	38,2	36,0	19,5	116,5	97,0	37,0
Monticules	R9	478	2	50,5	39,5	20,5	121,5	101,0	58,0
Monticules	R9	479	2	46,3	28,5	20,0	123,5	81,0	31,5
Monticules	R9	492	2	57,5	36,8	0,0	154,0	0,0	0,0
Monticules	R9	493	4	54,0	35,6	0,0	165,5	0,0	0,0
Monticules	R9	495	2	53,5	36,6	0,0	143,5	0,0	0,0
Monticules	R9	496	1	59,6	46,5	0,0	166,0	0,0	0,0
Monticules	R9	497	1	51,0	42,6	16,5	153,0	105,0	48,5
Monticules	R9 escalier	739	2	46,0	33,0	0,0	129,5	0,0	0,0
Monticules	R9 escalier	740	2	54,5	31,5	0,0	144,0	0,0	0,0
Monticules	R9 escalier	741	2	60,0	31,0	0,0	153,0	0,0	0,0
Monticules	R9 escalier	742	2	49,5	33,5	0,0	142,0	0,0	0,0
Monticules	R9 nord-ouest	822	2	53,5	34,5	22,0	144,0	90,5	63,0
Monticules	R9 nord-ouest	823	4	52,0	49,0	15,0	151,0	94,0	43,0
Monticules	R9 nord-ouest	824	4	56,5	38,0	21,5	143,0	95,5	56,0
Monticules	R9 nord-ouest	825	4	50,0	37,0	16,0	152,0	87,5	53,0

## Données quantitatives sur les galets échantillonnés

liii

Secteurs	Identification position	Photo #	Code	Longueur	Largeur	Épaisseur	Circonfér.	Circonfér.	Poids Kg
				cm	cm	cm	horizontale cm	verticale cm	
Monticules	R9 nord-ouest	916	2	60,5	32,0	20,0	135,5	88,0	56,0
Monticules	R9 nord-ouest	917	4	49,5	27,0	0,0	124,5	0,0	0,0
Monticules	R9 sentier	480	2	45,0	30,5	0,0	129,0	0,0	0,0
Monticules	R9 sentier	481	4	44,0	34,0	0,0	140,0	0,0	0,0
Monticules	R9 sentier	487	2	43,7	35,0	0,0	123,0	0,0	0,0
Monticules	R9 sentier	488	2	45,0	36,2	0,0	129,5	0,0	0,0
Monticules	R9 sentier	489	3	52,5	33,7	0,0	141,0	0,0	0,0
Monticules	R9 sentier	490	2	45,1	28,2	0,0	123,5	0,0	0,0
Monticules	R9 nord-ouest	908	2	51,0	30,5	0,0	141,0	0,0	0,0
Monticules	R9 nord-ouest	909	4	45,0	26,5	0,0	130,5	0,0	0,0
Monticules	R9 nord-ouest	910	1	46,0	32,5	0,0	126,5	0,0	0,0
Monticules	R9 nord-ouest	911	2	55,0	32,5	0,0	136,5	0,0	0,0
Monticules	R9 nord-ouest	912	2	49,0	33,5	0,0	135,5	0,0	0,0
Monticules	R9 nord-ouest	913	1	48,0	49,0	0,0	165,0	0,0	0,0
Monticules	R9 nord-ouest	918	1	40,0	38,0	0,0	123,5	0,0	0,0
Monticules	R9 nord-ouest	919	1	44,0	37,5	0,0	122,0	0,0	0,0
Monticules	R9 nord-ouest	920	2	46,5	29,5	0,0	122,0	0,0	0,0
Monticules	R9 nord-ouest	921	2	51,0	29,0	0,0	128,5	0,0	0,0
Monticules	R12	514	2	50,3	31,0	18,6	143,0	93,5	58,5
Monticules	R12	515	2	52,4	38,4	19,0	145,0	94,0	62,0
Monticules	R12	516	4	52,7	42,6	17,0	146,5	99,5	58,0
Monticules	R12	517	2	64,6	39,0	23,5	169,0	100,5	82,3
Monticules	R12	518	4	55,0	37,7	18,5	152,5	96,5	70,0
Monticules	R12	519	2	60,5	39,5	16,4	158,5	93,5	61,0
Monticules	R12	521	2	66,6	44,5	21,5	166,0	107,5	72,0
Monticules	R12	522	2	59,7	31,5	21,5	156,5	88,5	70,5
Monticules	R12	523	3	47,0	37,5	17,0	139,5	93,5	46,0
Monticules	R12	524	2	57,0	38,6	17,5	152,5	91,5	45,0
Monticules	R12	526	1	55,5	44,5	16,5	157,0	101,0	53,0
Monticules	R12	527	1	48,4	38,0	19,0	139,0	96,0	52,5
Monticules	R12	718	4	47,0	36,5	19,0	139,5	86,5	52,0
Monticules	R12	719	2	47,0	36,5	20,5	133,5	94,5	51,5
Monticules	R12	720	2	46,5	27,5	24,0	118,5	82,0	40,5
Monticules	R12	721	1	49,5	43,5	22,0	148,5	114,5	64,0
Monticules	R12	722	2	50,0	38,0	20,0	140,5	96,0	53,0
Monticules	R12	723	3	57,0	34,0	19,5	146,5	79,5	56,0
Monticules	R12	724	2	50,0	25,5	21,5	104,0	73,0	45,5
Monticules	R12	725	4	63,0	32,0	20,5	149,5	74,5	62,0
Monticules	R12	728	2	53,0	41,0	0,0	160,0	0,0	0,0

## Données quantitatives sur les galets échantillonnés

liv

Secteurs	Identification position	Photo #	Code	Longueur cm	Largeur cm	Épaisseur cm	Circonfér. horizontale cm	Circonfér. verticale cm	Poids Kg
Monticules	R12	729	1	42,0	47,5	0,0	149,0	0,0	0,0
Monticules	R11 Rampe	535	4	64,5	50,5	18,5	179,0	114,5	88,5
Monticules	R11 Rampe	536	2	65,6	44,6	22,5	177,5	109,0	105,8
Monticules	R11 Rampe	537	4	69,0	48,0	20,5	181,5	122,5	116,0
Monticules	R11 Rampe	538	2	63,6	36,5	21,0	160,5	90,0	75,0
Monticules	R11 Rampe	539	2	53,5	30,0	16,0	139,5	77,0	44,5
Monticules	R11 Rampe	540	2	58,0	37,5	21,5	152,0	92,5	60,0
Monticules	R11 Rampe	541	2	54,0	37,5	24,0	146,0	96,0	64,5
Monticules	R11 Rampe	543	2	56,0	38,5	17,5	156,5	105,0	67,5
Monticules	R11 Rampe	544	2	48,5	35,5	18,5	133,0	88,0	45,0
Monticules	R11 Rampe	545	2	54,5	30,5	16,0	142,0	79,5	46,0
Monticules	R11 Rampe	546	2	55,4	37,5	21,0	154,0	98,5	76,5
Monticules	R11 Rampe	547	2	53,5	39,5	17,0	142,5	91,5	52,0
Monticules	R11 Rampe	548	3	57,0	45,0	17,5	158,5	100,5	52,5
Monticules	R11 Rampe	549	2	55,5	32,0	17,0	150,0	79,5	50,5
Monticules	R11 Rampe	551	2	68,1	39,1	0,0	158,5	0,0	0,0
Monticules	R11 Rampe	552	2	57,0	33,2	0,0	144,0	0,0	0,0
Monticules	R11 Rampe	553	2	52,4	31,6	0,0	136,0	0,0	0,0
Monticules	R11 Rampe	554	4	65,8	43,5	0,0	173,0	0,0	0,0
Monticules	R11 Rampe	556	2	51,4	30,1	0,0	139,0	0,0	0,0
Monticules	R11 Rampe	557	2	63,0	35,5	0,0	164,0	0,0	0,0
Monticules	R11 Rampe	558	2	47,2	25,4	0,0	122,0	0,0	0,0
Monticules	R11 Rampe	559	2	52,0	37,0	0,0	140,0	0,0	0,0
Monticules	R11 Rampe	561	2	50,6	32,5	0,0	143,5	0,0	0,0
Monticules	R11 Rampe	562	2	51,5	26,5	0,0	125,5	0,0	0,0
Monticules	R11 Rampe	563	2	49,5	27,0	0,0	123,5	0,0	0,0
Monticules	R11 Rampe	564	2	48,0	31,5	0,0	130,0	0,0	0,0
Monticules	R11 Rampe	565	2	62,5	27,5	0,0	130,5	0,0	0,0
Monticules	R11 Rampe	566	2	54,5	26,0	0,0	132,5	0,0	0,0
Monticules	R 13 - rail	589	2	58,3	33,5	16,5	154,0	83,0	55,0
Monticules	R 13 - rail	590	1	55,2	41,5	20,5	156,0	102,5	59,5
Monticules	R 13 - rail	591	2	60,5	38,5	15,0	155,0	87,0	54,0
Monticules	R 13 - rail	592	2	53,5	39,0	17,0	153,0	97,0	55,0
Monticules	R 13 - rail	593	1	48,5	40,5	19,0	140,0	94,0	43,0
Monticules	R 13 - rail	594	2	49,0	36,2	18,5	133,5	93,0	48,5
Monticules	R 13 - rail	595	2	59,0	37,5	21,0	157,5	98,0	65,5
Monticules	R 13 - rail	596	2	64,5	34,6	17,5	164,5	88,0	66,0
Monticules	R 13 - rail	597	2	55,5	38,5	19,5	150,5	99,5	59,0
Monticules	R 13 - rail	599	2	54,5	30,5	20,0	141,5	79,0	45,5

## Données quantitatives sur les galets échantillonnés

lv

Secteurs	Identification position	Photo #	Code	Longueur cm	Largeur cm	Épaisseur cm	Circonfér.	Circonfér.	Poids Kg
							horizontale cm	verticale cm	
Monticules	R 13 - rail	600	2	56,5	35,5	22,0	148,0	90,0	63,5
Monticules	R 13 - rail	601	2	61,0	41,0	25,5	165,5	103,0	84,5
Monticules	R 13 - rail	603	2	60,5	47,0	24,0	169,5	116,5	101,5
Monticules	R 13 - rail	604	1	61,5	49,0	20,0	169,5	111,5	76,0
Monticules	R 13 - rail	606	2	53,5	38,5	18,0	149,5	93,0	59,0
Monticules	R 13 - rail	607	1	53,5	42,0	20,5	151,0	100,5	58,5
Monticules	R 13 - rail	608	2	47,5	33,6	21,0	131,5	87,0	43,0
Monticules	R 13 - rail	609	2	52,0	29,5	19,5	135,5	81,0	47,5
Monticules	R 13 - rail	610	2	59,0	36,0	19,5	158,0	89,0	64,5
Monticules	R 13 - rail	611	2	62,0	41,5	19,0	165,0	102,0	69,5
Monticules	R 13 - rail	612	2	67,0	48,0	22,5	184,0	117,0	113,5
Monticules	R 13 - rail	613	2	86,5	45,5	19,5	176,0	106,0	81,5
Monticules	R 8	947	2	45,5	34,5	22,5	132,5	88,0	44,5
Monticules	R 8	948	1	39,0	33,0	19,0	114,0	88,5	40,5
Monticules	R 8	949	2	43,5	28,5	17,5	117,5	73,5	30,5
Monticules	R 8	950	2	48,0	39,5	15,0	131,0	84,0	34,0
Monticules	R 8	951	2	44,5	32,0	16,5	120,0	79,5	35,0
Chaussées	Iroquois	421	1	33,0	38,5	0,0	121,0	0,0	0,0
Chaussées	Iroquois	422	1	40,0	41,0	0,0	128,0	0,0	0,0
Chaussées	Iroquois	423	2	46,7	21,6	0,0	115,0	0,0	0,0
Chaussées	Iroquois	425	2	55,7	21,7	0,0	133,0	0,0	0,0
Chaussées	Iroquois	426	2	44,6	27,4	0,0	114,0	0,0	0,0
Chaussées	Iroquois	427	2	42,6	24,2	0,0	104,0	0,0	0,0
Chaussées	Iroquois	428	3	37,7	27,6	0,0	108,0	0,0	0,0
Chaussées	Iroquois	429	2	42,5	29,0	0,0	112,0	0,0	0,0
Chaussées	Iroquois	430	1	36,5	33,0	0,0	107,0	0,0	0,0
Chaussées	Iroquois	431	3	36,2	30,7	0,0	105,0	0,0	0,0
Chaussées	Iroquois	432	3	33,2	35,3	0,0	108,0	0,0	0,0
Chaussées	Iroquois	433	4	44,2	33,0	0,0	132,0	0,0	0,0
Chaussées	Iroquois	434	3	40,3	44,0	0,0	135,0	0,0	0,0
Chaussées	Iroquois	440	1	35,2	33,4	15,5	113,5	84,2	30,5
Chaussées	Iroquois	441	2	44,0	19,1	17,5	110,0	63,2	20,5
Chaussées	Iroquois	442	1	40,0	36,5	19,7	120,5	92,0	38,0
Chaussées	Iroquois	443	3	34,5	29,2	12,5	58,5	75,0	16,5
Chaussées	Iroquois	679	2	45,0	32,5	20,0	124,0	81,5	35,5
Chaussées	Iroquois	680	2	35,5	27,5	17,5	99,5	72,0	22,0
Chaussées	Iroquois	681	3	44,0	38,0	18,5	128,0	84,5	36,0
Chaussées	Iroquois	682	3	35,5	31,5	13,0	111,5	70,0	24,5
Chaussées	Iroquois	683	1	37,5	37,5	16,5	117,0	91,5	35,5

## Données quantitatives sur les galets échantillonnés

lvi

Secteurs	Identification position	Photo #	Code	Longueur cm	Largeur cm	Épaisseur cm	Circonfér. horizontale cm	Circonfér. verticale cm	Poids Kg
Chaussées	Iroquois	684	2	45,0	31,5	15,0	122,5	76,0	33,5
Chaussées	Iroquois	685	4	44,0	34,0	14,5	137,5	85,0	39,0
Chaussées	Iroquois	686	2	36,0	26,5	14,5	101,0	66,0	23,0
Chaussées	Iroquois	687	3	43,0	30,5	15,5	120,5	84,0	35,0
Chaussées	Iroquois	688	4	41,5	31,0	20,5	126,5	88,5	43,0
Chaussées	Iroquois	689	2	55,0	24,5	23,0	132,0	71,3	43,0
Chaussées	Iroquois	690	3	43,5	36,0	15,5	130,5	88,5	36,5
Chaussées	Iroquois	692	1	30,5	30,0	0,0	98,5	0,0	0,0
Chaussées	Iroquois	693	2	35,5	29,5	0,0	105,5	0,0	0,0
Chaussées	Iroquois	694	2	38,5	30,5	0,0	106,5	0,0	0,0
Chaussées	Iroquois	695	2	42,5	25,0	0,0	110,5	0,0	0,0
Chaussées	Iroquois	696	2	38,5	31,0	0,0	114,5	0,0	0,0
Chaussées	Iroquois	698	2	41,5	29,5	18,5	116,0	72,0	28,5
Chaussées	Iroquois	699	4	43,0	29,5	15,5	122,0	73,0	28,0
Chaussées	Iroquois	700	1	44,0	35,0	15,5	126,0	83,5	34,5
Chaussées	Iroquois	701	3	36,5	30,5	15,5	103,5	78,0	23,5
Chaussées	Iroquois	702	1	27,5	28,5	15,5	88,5	69,5	15,5
Chaussées	Iroquois	703	2	35,0	23,5	17,5	97,0	64,0	18,5
Chaussées	Iroquois	931	2	40,5	30,0	14,5	114,5	75,5	29,5
Chaussées	Iroquois	932	3	43,0	37,0	19,5	125,5	85,0	40,5
Chaussées	Iroquois	933	1	33,5	30,0	18,0	99,0	77,0	21,5
Chaussées	Iroquois	934	3	30,0	25,0	14,0	92,5	67,0	16,5
Chaussées	Iroquois	935	2	48,5	27,0	17,0	123,5	69,5	30,5
Chaussées	Iroquois	936	2	42,0	17,5	15,5	102,0	50,5	37,0
Chaussées	Iroquois	937	2	40,5	31,0	17,0	115,0	84,0	32,5
Chaussées	Iroquois	938	1	43,0	35,0	17,0	123,5	89,0	38,5
Chaussées	Iroquois	939	2	45,5	28,0	17,0	125,5	76,0	35,5
Chaussées	Iroquois	940	2	38,5	30,5	14,5	114,5	73,5	26,5
Chaussées	Iroquois	941	2	39,5	29,0	16,5	110,5	73,5	26,5
Chaussées	Iroquois	942	2	42,5	30,5	16,0	117,0	78,5	31,0
Chaussées	Pocora	782	4	40,5	29,5	14,5	113,5	73,0	26,0
Chaussées	Pocora	783	2	43,5	33,5	14,5	125,5	80,5	29,0
Chaussées	Pocora	784	1	43,5	38,5	18,0	128,5	88,5	36,0
Chaussées	Pocora	788	2	41,5	33,5	19,5	116,0	78,5	34,0
Chaussées	Pocora	789	1	36,5	37,0	21,5	114,5	91,5	39,5
Chaussées	Pocora	790	1	43,5	40,5	22,5	132,5	103,0	54,5
Chaussées	Pocora	896	2	42,5	31,5	17,0	118,0	81,0	34,5
Chaussées	Pocora	897	2	39,5	26,0	21,0	106,0	79,0	33,0
Chaussées	Pocora	898	2	42,5	28,5	20,5	111,0	81,0	32,0

## Données quantitatives sur les galets échantillonnés

lvii

Secteurs	Identification position	Photo #	Code	Longueur	Largeur	Épaisseur	Circonfér.	Circonfér.	Poids Kg
				cm	cm	cm	horizontale cm	verticale cm	
Chaussées	Pocora-Gaby	837	2	46,5	38,5	23,5	127,0	84,0	45,0
Chaussées	Pocora-Gaby	838	4	36,5	27,5	25,5	104,0	85,0	37,0
Chaussées	Pocora-Gaby	839	2	33,5	21,5	20,5	87,0	76,0	20,0
Chaussées	Pocora-Gaby	840	4	53,5	26,5	17,0	150,0	82,0	60,0
Chaussées	Pocora-Gaby	841	4	47,5	30,0	16,5	131,0	82,0	34,0
Chaussées	Pocora-Gaby	842	4	40,5	32,5	17,5	138,0	91,0	46,0
Chaussées	Pocora-Gaby	843	2	65,0	33,5	21,5	166,0	92,5	80,0
Chaussées	Pocora-Gaby	844	2	46,5	33,5	16,5	130,0	82,0	31,0
Chaussées	Pocora-Gaby	846	2	52,0	34,0	22,5	131,0	94,0	46,5
Chaussées	Pocora-Gaby	847	2	49,5	24,0	21,5	125,0	78,0	45,5
Chaussées	Pocora-Gaby	848	1	37,5	31,0	16,5	112,0	83,0	27,5
Chaussées	Pocora-Gaby	849	2	39,5	26,5	23,5	121,0	79,0	39,5
Chaussées	Pocora-Gaby	850	4	44,5	36,5	19,0	143,5	96,0	55,5
Chaussées	Pocora-Gaby	851	1	39,0	38,5	19,5	135,5	100,5	54,5
Chaussées	Pocora-Gaby	852	2	48,5	38,5	17,5	130,0	75,5	38,0
Chaussées	Pocora-Gaby	853	2	45,0	28,0	22,0	115,5	81,5	39,0
Chaussées	Pocora-Gaby	854	1	37,5	33,5	17,5	109,0	85,0	28,5
Chaussées	Pocora-Gaby	855	2	57,5	35,5	19,5	155,0	90,0	62,5
Chaussées	Pocora-Gaby	864	4	55,5	39,5	19,5	151,0	100,0	63,0
Chaussées	Pocora-Gaby	865	4	41,0	36,5	16,0	136,5	87,0	42,5
Chaussées	Pocora-Gaby	867	2	38,5	28,5	12,5	112,0	71,0	21,0
Chaussées	Pocora-Gaby	868	2	47,0	29,5	17,0	120,5	76,0	32,0
Chaussées	Pocora-Gaby	878	2	34,5	26,0	16,5	100,0	73,0	25,5
Chaussées	Pocora-Gaby	879	3	39,0	31,0	16,0	109,5	81,0	26,5
Chaussées	Pocora-Gaby	882	3	35,5	32,5	14,0	105,0	84,5	25,0
Chaussées	Pocora-Gaby	883	2	59,0	27,0	23,0	144,5	81,0	60,0
Chaussées	Pocora-Gaby	884	2	46,0	28,0	14,0	131,5	77,5	38,5
Chaussées	Pocora-Gaby	885	2	61,5	33,5	20,0	165,0	93,0	66,5
Chaussées	Pocora-Gaby	886	2	56,0	34,5	17,0	144,5	82,0	51,0
Chaussées	Pocora-Gaby	887	1	37,0	28,5	15,0	106,5	77,0	26,0
Chaussées	Pocora-Gaby	866	1	28,5	26,5	18,0	96,5	76,0	23,0
Chaussées	Pocora-Gaby	872	4	31,5	26,0	14,0	94,5	67,0	18,0
Chaussées	Pocora-Gaby	873	2	42,5	29,5	15,5	118,0	73,5	27,5
Chaussées	Pocora-Gaby	880	2	42,5	29,5	14,0	117,5	75,5	27,5
Chaussées	Pocora-Gaby	881	4	41,0	32,5	17,0	125,5	90,5	43,5
Enceintes	Enceinte R 2	629	1	35,5	28,5	11,0	103,5	69,0	23,0
Enceintes	Enceinte R 2	629	1	36,0	28,5	12,0	102,0	73,5	21,0
Enceintes	Enceinte R 2	629	1	28,0	23,0	8,0	81,0	53,5	8,0
Enceintes	Enceinte R 2	630	2	38,5	24,0	16,0	101,0	74,0	24,0

## Données quantitatives sur les galets échantillonnés

lviii

Secteurs	Identification position	Photo #	Code	Longueur	Largeur	Épaisseur	Circonfér.	Circonfér.	Poids Kg
				cm	cm		cm	horizontale cm	
Enceintes	Enceinte R 2	630	2	35,0	25,0	15,0	99,0	66,5	21,0
Enceintes	Enceinte R 2	630	2	35,5	23,5	14,0	96,0	63,0	17,5
Enceintes	Enceinte R 2	631	2	42,0	23,5	16,5	109,5	69,5	25,0
Enceintes	Enceinte R 2	631	2	33,0	21,5	15,5	91,5	65,0	17,5
Enceintes	Enceinte R 2	631	2	24,0	20,0	9,0	75,0	51,0	9,5
Enceintes	Enceinte R 2	632	4	38,5	33,0	13,0	117,0	79,0	24,5
Enceintes	Enceinte R 2	632	2	38,5	26,5	15,0	108,0	65,5	22,0
Enceintes	Enceinte R 2	632	2	39,0	23,5	13,5	100,5	62,0	19,0
Enceintes	Enceinte R 2	633	4	44,0	35,5	15,0	127,0	87,5	32,0
Enceintes	Enceinte R 2	633	2	47,0	27,5	14,0	121,0	77,0	22,5
Enceintes	Enceinte R 2	633	1	33,0	30,5	12,0	101,5	75,0	18,0
Enceintes	Enceinte R 2	634	1	36,5	33,5	18,5	119,5	95,5	37,5
Enceintes	Enceinte R 2	634	1	31,5	33,0	17,5	104,0	87,0	28,5
Enceintes	Enceinte R 2	634	4	32,0	24,0	12,0	97,0	59,0	14,5
Enceintes	Enceinte R 2	635	2	44,0	31,0	13,0	130,0	83,0	30,0
Enceintes	Enceinte R 2	635	2	40,0	28,0	23,5	112,0	80,0	33,5
Enceintes	Enceinte R 2	635	2	36,0	25,0	15,0	100,0	72,0	23,0
Enceintes	Enceinte R 2	636	2	41,0	28,0	20,0	113,5	80,0	36,5
Enceintes	Enceinte R 2	636	2	34,0	26,0	13,0	95,0	64,0	17,0
Enceintes	Enceinte R 2	637	2	47,5	31,0	17,0	127,5	82,0	37,5
Enceintes	Enceinte R 2	637	2	50,0	26,0	22,0	125,5	78,0	38,0
Enceintes	Enceinte R 2	637	2	39,0	27,5	11,0	109,5	73,0	24,0
Enceintes	Enceinte R 2	638	2	45,5	33,5	11,5	131,0	80,0	27,0
Enceintes	Enceinte R 2	638	2	46,5	27,5	13,5	118,5	76,5	27,5
Enceintes	Enceinte R 2	638	2	39,0	26,5	18,0	106,5	80,0	29,0
Enceintes	Enceinte R 2	639	2	47,5	36,5	21,5	131,5	91,0	37,5
Enceintes	Enceinte R 2	639	2	36,5	23,5	17,5	95,5	76,0	24,0
Enceintes	Enceinte R 2	639	2	35,0	27,5	18,5	94,5	70,0	23,0
Enceintes	Enceinte R 4	655	2	47,5	28,0	14,5	125,0	75,5	31,0
Enceintes	Enceinte R 4	655	2	47,5	34,5	17,5	123,5	85,5	41,0
Enceintes	Enceinte R 4	655	2	40,0	19,5	18,0	100,0	63,0	23,0
Enceintes	Enceinte R 4	656	2	32,5	31,5	16,5	103,5	88,0	27,5
Enceintes	Enceinte R 4	656	2	32,0	25,0	11,0	91,0	92,5	14,5
Enceintes	Enceinte R 4	656	1	20,0	17,5	15,5	62,0	55,5	8,5
Enceintes	Enceinte R 4	657	1	36,5	30,5	15,5	110,5	75,0	28,0
Enceintes	Enceinte R 4	658	1	32,0	29,0	12,5	97,0	74,5	20,0
Enceintes	Enceinte R 4	659	1	39,0	34,0	11,0	112,5	78,0	24,0
Enceintes	Enceinte R 4	660	4	32,5	25,0	18,5	94,0	69,5	25,0
Enceintes	Enceinte R 4	660	2	32,5	22,5	14,0	87,0	66,5	18,0

## Données quantitatives sur les galets échantillonnés

lix

Secteurs	Identification position	Photo #	Code	Longueur cm	Largeur cm	Épaisseur cm	Circonfér. horizontale cm	Circonfér. verticale cm	Poids Kg
Enceintes	Enceinte R 4	660	4	33,0	30,0	14,0	60,5	73,0	23,0
Enceintes	Enceinte R 4	662	2	57,5	31,5	13,0	115,0	80,0	31,5
Enceintes	Enceinte R 4	663	2	47,5	24,0	17,5	123,5	76,5	39,5
Enceintes	Enceinte R 4	664	4	45,0	26,0	15,5	120,5	78,0	29,0
Enceintes	Enceinte R 4	667	1	42,0	35,5	22,5	122,5	97,5	53,0
Enceintes	Enceinte R 4	668	2	36,5	22,5	15,0	102,0	67,0	23,0
Enceintes	Enceinte R 4	669	2	31,0	27,0	19,0	96,0	79,0	26,0
Enceintes	Enceinte R 3	672	1	33,0	32,5	15,0	113,5	86,0	28,5
Enceintes	Enceinte R 3	673	2	35,5	21,0	15,5	103,5	66,0	25,0
Enceintes	Enceinte R 3	674	2	44,0	27,5	14,5	125,5	75,0	34,0
Enceintes	Enceinte R 3	675	1	34,0	31,0	11,5	105,5	75,0	22,0
Enceintes	Enceinte R 3	676	2	45,0	22,5	10,5	115,0	57,5	17,5
Enceintes	Enceinte R 3	677	2	47,0	26,0	19,0	116,0	77,5	36,5
Enceintes	Enceinte R 3	807	2	44,5	32,0	15,0	119,5	76,5	28,0
Enceintes	Enceinte R 3	807	2	40,0	21,5	18,5	105,5	63,0	22,0
Enceintes	Enceinte R 3	807	2	40,5	24,5	19,5	101,0	70,5	25,0
Enceintes	Enceinte R 3	808	2	40,5	26,5	24,5	111,0	61,0	38,0
Enceintes	Enceinte R 3	808	2	37,5	25,0	17,5	102,5	65,0	23,0
Enceintes	Enceinte R 3	808	2	34,5	17,5	17,0	100,5	73,5	23,5
Enceintes	Enceinte R 2	625	4	37,5	27,0	15,0	105,0	73,5	26,5
Enceintes	Enceinte R 2	625	1	28,0	30,5	21,0	94,5	84,0	29,0
Enceintes	Enceinte R 2	625	2	26,0	21,5	9,0	79,0	52,0	6,5
Enceintes	Enceinte R 2	626	1	40,0	34,0	17,5	134,0	97,5	46,0
Enceintes	Enceinte R 2	626	2	39,5	23,5	12,0	106,5	60,0	14,5
Enceintes	Enceinte R 2	626	2	32,5	16,0	13,5	94,5	56,0	18,0
Enceintes	Enceinte R 2	627	2	44,5	26,5	15,0	127,0	76,0	37,5
Enceintes	Enceinte R 2	627	4	34,0	24,5	20,0	110,0	75,5	30,0
Enceintes	Enceinte R 2	627	1	27,5	24,5	14,0	87,0	67,0	15,0
Enceintes	Enceinte R 2	628	4	40,5	35,5	19,0	140,0	100,5	63,0
Enceintes	Enceinte R 2	628	2	32,5	27,0	14,0	99,5	74,5	18,0
Enceintes	Enceinte R 2	628	2	31,5	24,5	14,0	86,5	64,0	14,0
Enceintes	Enceinte R 4	651	2	65,5	34,0	18,0	149,5	89,0	57,0
Enceintes	Enceinte R 4	651	2	62,5	29,0	18,0	133,5	78,5	42,5
Enceintes	Enceinte R 4	651	1	36,0	32,5	15,0	114,0	87,0	27,5
Enceintes	Enceinte R 4	652	3	38,0	25,5	18,0	102,5	69,5	25,5
Enceintes	Enceinte R 4	652	1	32,5	29,5	13,0	96,5	74,0	21,0
Enceintes	Enceinte R 4	652	3	32,5	25,0	18,0	89,5	70,5	22,0
Enceintes	Enceinte R 4	653	3	33,5	30,5	19,5	110,0	90,5	35,0
Enceintes	Enceinte R 4	653	2	35,5	27,5	16,0	104,0	74,5	28,0

## Données quantitatives sur les galets échantillonnés

lx

Secteurs	Identification position	Photo #	Code	Longueur cm	Largeur cm	Épaisseur cm	Circonfér. horizontale cm	Circonfér. verticale cm	Poids Kg
Enceintes	Enceinte R 4	653	2	31,5	22,5	12,0	90,0	60,5	15,5
Enceintes	Enceinte R 4	654	4	39,0	24,5	18,0	108,0	74,5	32,5
Enceintes	Enceinte R 4	654	2	36,5	23,5	13,0	99,0	70,0	23,0
Enceintes	Enceinte R 4	654	2	36,0	19,0	17,0	91,0	58,0	18,5
Rio	Dos Novillos	903	1	39,5	36,0	21,5	119,0	99,0	36,0
Rio	Dos Novillos	904	1	42,0	38,5	18,5	126,5	99,0	44,0
Rio	Dos Novillos	905	1	51,5	43,0	21,5	151,0	114,0	74,5
Rio	Dos Novillos	906	1	45,5	43,5	19,5	143,0	102,0	55,5
Rio	Dos Novillos	907	1	42,5	42,0	21,5	132,0	105,5	54,5

## **Annexe VI**

### **Site Las Mercedes**

**a) Classification morphologique des galets échantillonnés** (Photographies : Eddy Lachapelle).



Code 1 : ronde



Code 2 : oblongue



Code 3 : triangulaire



Code 4 : polyèdre

**b) Instruments et méthodologie utilisés lors des mesures des attributs et du poids des galets échantillonnées (Photographies : Eddy Lachapelle).**



Le poids d'un galet était fixé après un minimum de deux lectures.



Les mesures horizontales (largeur et longueur) étaient prises entre les deux bâtonnets après leur mise au niveau à l'aide d'une ligne à plomb.



Les lectures des circonférences horizontales et verticales étaient prises au centre du galet.

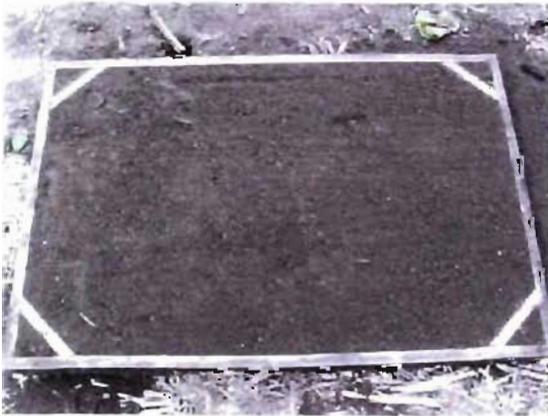
**c) Instruments utilisés pour le calcul du volume et du poids de la terre et des moellons qui composent le remblai (Photographies : Eddy Lachapelle).**



Moellons ajoutés au remblai.



Bac à mesurer



Terre utilisée à titre de remblai.

## VITA

### EDDY LACHAPELLE

L'auteur est né à St-Henri de Mascouche, au Québec, le 19 juin 1946. Après avoir occupé plusieurs emplois dans l'industrie du détail, il travailla à titre de commis comptable dans l'industrie manufacturière. Il est retraité depuis 2003, après avoir œuvré pendant 30 ans dans la fonction publique fédérale à titre de vérificateur fiscal.

Il s'inscrit pour la première fois à l'Université de Montréal (UM) en 1966, à un cours du soir, sur le droit commercial. Puis, l'année suivante, il fut admis à un programme offert par l'école des Hautes Études Commerciales en vue de l'obtention d'un titre professionnel en comptabilité, destiné aux étudiants occupants un emploi pendant le jour. Gradué en 1976, l'auteur fut accrédité « Comptable en Comptabilité Industrielle (RIA) » renommé, suite à une refonte de l'Office des Professions du Québec, « Comptable en Management Agréé (CMA) ». En 1996, il fut admis au pro-



gramme d'anthropologie de l'Université de Montréal, comme étudiant à temps partiel. Il obtint un BA (B.Sc.) en 2004 puis entreprit un programme de maîtrise à l'UM.

Sa première expérience de terrain en archéologie débuta en 1997 au Pérou, sous la responsabilité de Claude Chapdelaine, professeur titulaire de l'UM. Depuis, l'auteur a participé à plusieurs programmes de recherches archéologiques qui l'on conduit au Belize, au Panama, en Grèce, en Tunisie, en Bulgarie, en Roumanie et au Costa Rica, toujours accompagné de Chantal Rousseau, son « associée dans la vie ».