



HAL
open science

AUTOSUFFISANCE ALIMENTAIRE ET POPULATION A TELL AL-RAWDA :UNE VILLE DU TROISIÈME MILLÉNAIRE DANS LA STEPPE SYRIENNE

Olivier Barge, Corinne Castel

► **To cite this version:**

Olivier Barge, Corinne Castel. AUTOSUFFISANCE ALIMENTAIRE ET POPULATION A TELL AL-RAWDA :UNE VILLE DU TROISIÈME MILLÉNAIRE DANS LA STEPPE SYRIENNE. *Archaeodyn* 7 millennia of territorial dynamics Settlement pattern, production and trades from Neolithic to Middle Ages, Jun 2008, Dijon, France. halshs-00415908

HAL Id: halshs-00415908

<https://shs.hal.science/halshs-00415908>

Submitted on 11 Sep 2009

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

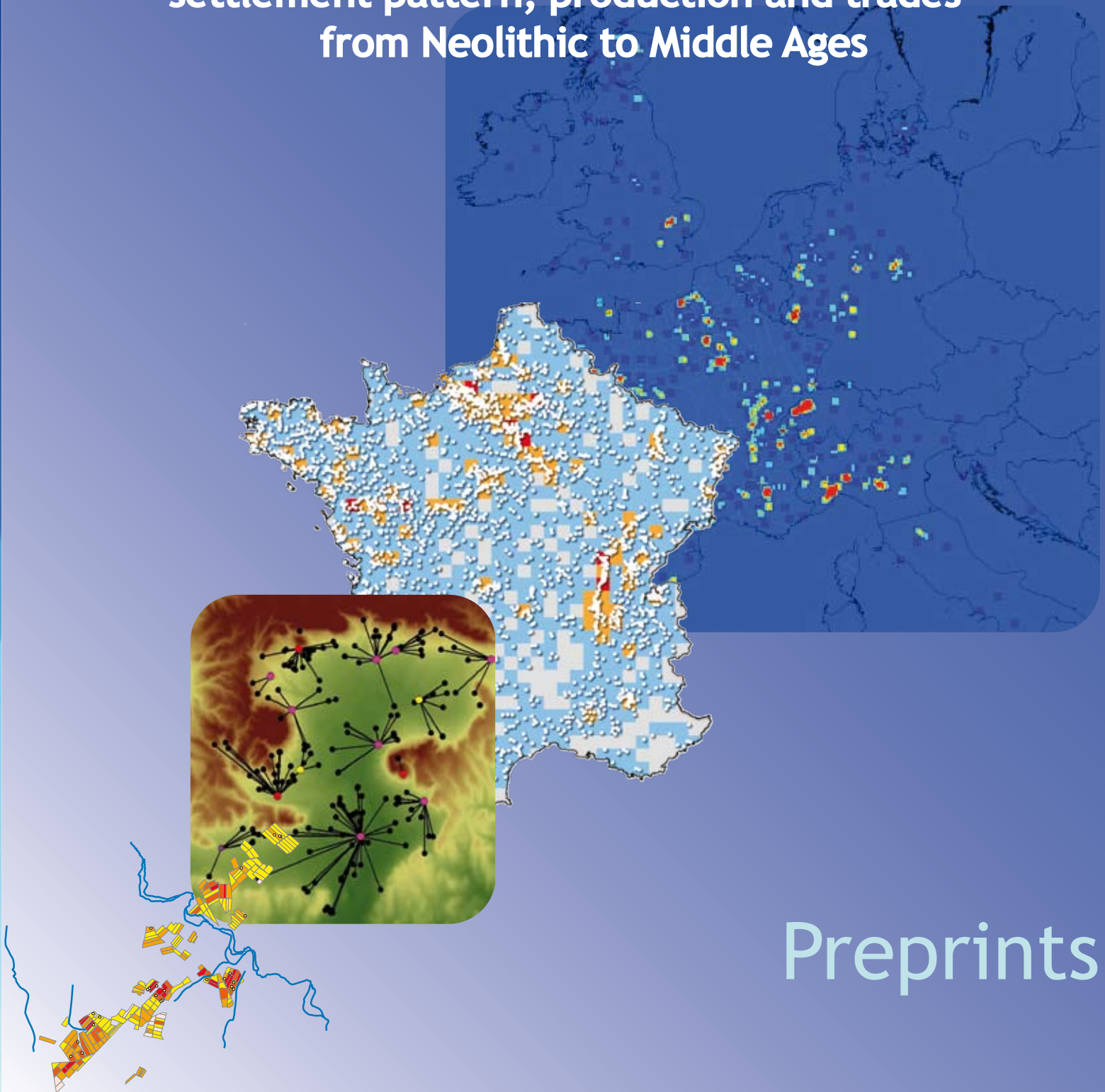
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ACI "Spaces and territories" 2005-2007
Final conference - Dijon, 23-25 june 2008

ARCHAEDYN

7 millennia of territorial dynamics

**settlement pattern, production and trades
from Neolithic to Middle Ages**



Preprints

Pre-proceedings directed by

Cristina GANDINI (*UMR 8546 AOROC, ENS Ulm Paris*)

François FAVORY*

Laure NUNINGER*

Organisation committee

Cristina GANDINI,

Laure SALIGNY***

Laëtitia BASSEREAU**

Jean-Marc BOURGEON***

Brigitte COLAS**

Marion LANDRÉ****

Isabelle MOURET****

Sophie BUI****

Sylvie COSTILLE-VAREY*

Nathalie PUILLET*

Scientific committee co-chairs

François FAVORY*

Claude MORDANT**

Laure NUNINGER*

* *UMR 6249 ChronoEnvironnement*

** *UMR 5594 ARTeHIS*

*** *MSH Dijon UMS 2739*

**** *MSH C. N. Ledoux, Besançon USR 3124*

ACI « Spaces and territories » 2005-2007

Contract ET 28

**Spatial dynamics of settlement and natural resources :
toward an integrated analysis over the long term
from Prehistory to Middle Ages**

Final Conference – University of Burgundy, Dijon, 23-25 June 2008

ARCHÆDYN

7 millennia of territorial dynamics

*settlement pattern, production and trades
from Neolithic to Middle Ages*

Preprints

REMERCIEMENTS

Le collectif Archædyn remercie les institutions qui ont bien voulu accepter d'accueillir les réunions de son groupe de pilotage, de ses séminaires, de ses ateliers et son colloque final.

Groupe de pilotage :

Université Paris IV Sorbonne, Paris
INHA, Paris
UMR 8546 ENS Ulm-CNRS, Paris

Tables rondes :

DRAC Franche-Comté, Besançon
ZRC SAZU, Ljubljana (Slovénie)
MSH Clermont-Ferrand

Ateliers :

INHA, Paris
MMSH Aix-en-Provence
UMR 5594 - ArteHis Dijon
MSHE Besançon
MSH Clermont Ferrand
MSH Tours
UMR 6130 CEPAM, Sophia Antipolis

Colloque final :

Université de Bourgogne

Le collectif Archædyn tient également à remercier individuellement tous les personnels chercheurs et administratifs qui ont fortement contribué à l'organisation de toutes ces rencontres et assurer le recrutement des vacataires.

Sylvie COSTILLE-VAREY, Nathalie PUILLET *UMR 6249, Besançon*
Monique SEGURA *UMR 6173, Tours*
Laëtitia BASSEREAU, Brigitte COLAS *UMR 5594, Dijon*
Isabelle MOURET, Marion LANDRE, Soizic VIAOUËT, Sophie BUI *USR 3124, Besançon*
Jean-Marc BOURGEON *UMS 2739, Dijon*
Sasa CAVAL, IAPS ZRC SAZU *Ljubljana*
Béatrice FIXOIS *UMR 7041 Nanterre*
Martine JOLY, M. MASSE, M^{me} FERNOUX *Univ. Paris IV / INHA, Paris*

Pour le colloque final, les organisateurs remercient également chaleureusement :

- les personnels de l'Université et du Crous de Bourgogne pour leur soutien logistique et administratif et les vacataires recrutés pour cette manifestation ;
- la ville de Dijon pour la réception du 23 juin ;
- Patricia ALEXANDRE pour les traductions en anglais et les relectures des textes anglais de l'équipe ArchæDyn, réalisée dans des délais extrêmement courts ;
- Bertrand TURINA pour la mise en page des pré-actes, également réalisée dans des conditions extrêmes ;
- Christian VERNOU, conservateur du Musée archéologique et ses collaborateurs pour l'organisation de la soirée inaugurale du colloque ;
- L'ensemble vocal « Le Laostic » et son chef de chœur, François TAINURIER ainsi que la paroisse Saint Bénigne qui a bien voulu accueillir leur concert.

ACKNOWLEDGMENTS

The ArchaeDyn collective thanks the institutions which have kindly agreed to receive the meetings of his supervisory committee, seminars, workshops and final conference.

Supervisory committee:

Université Paris IV Sorbonne, Paris
 INHA, Paris
 UMR 8546 ENS Ulm-CNRS, Paris

Round-tables:

DRAC Franche-Comté, Besançon
 ZRC SAZU, Ljubljana (Slovenia)
 MSH Clermont-Ferrand

Workshops:

INHA, Paris
 MMSH Aix-en-Provence
 UMR 5594 - ArteHis Dijon
 MSHE Besançon
 MSH Clermont-Ferrand
 MSH Tours
 UMR 6130 CEPAM, Sophia Antipolis

Final conference:

University of Bourgogne

The Archaeodyn collective would also like individually to thank all the researchers and administrative staff who greatly contributed to the organisation of all these meetings and to assure the recruitment of the temp staff.

Sylvie COSTILLE-VAREY, Nathalie PUILLET *UMR 6249, Besançon*
 Monique SEGURA *UMR 6173, Tours*
 Laëtitia BASSEREAU, Brigitte COLAS *UMR 5594, Dijon*
 Isabelle MOURET, Marion LANDRE, Soizic VIAOÛËT, Sophie BUI *USR 3124, Besançon*
 Jean-Marc BOURGEON *UMS 2739, Dijon*
 Sasa CAVAL, IAPS ZRC SAZU *Ljubljana*
 Béatrice FIXOIS *UMR 7041 Nanterre*
 Martine JOLY, M. MASSE, M^{me} FERNOUX *Univ. Paris IV / INHA, Paris*

Regarding the final conference, the organizers also warmly thank :

- the University staff and the Crous of Burgundy for their logistical and administrative support and recruited temps for this event ;
- the city of Dijon for the reception of the June 23 ;
- Patricia ALEXANDRE for english translations and corrections of the texts of the ArchaeDyn's team which have been done according to extremely short delays ;
- Bertrand TURINA for the layout of the preprints which have been done according to extreme conditions too ;
- Christian VERNOU, Curator of the archaeological Museum and his collaborators for the organisation of the inaugural evening of the conference ;
- The vocal ensemble "Laostic" and his choral leader, François TAINURIER as well as the Saint Bénigne parish who agreed to host their concert.

SOMMAIRE CONTENTS

2	Scientific committee
2	Steering committee
3	Partners
6	Presentation ArchaeDyn
8	ArchaeDyn's members
13	Acknowledgments
15	Program
18	Presentation concert Laostic

19 Articles

21	Introduction
----	--------------

23 **Session 1 “Methods and tools of spatial analysis” (workgroup 4)**

Communications orales Oral communications

25	<i>L. SALIGNY, L. NUNINGER, K. OSTIR, N. POIRIER, E. FOVET, C. GANDINI, E. GAUTHIER, Z. KOK ALJ, F. TOLLE with the collaboration of the ArchaeDyn team</i> Models and tools for territorial dynamic studies
45	<i>DUCKE Benjamin, KROEFGES Peter C.</i> Managing complexity the simple way: examples from GIS modelling of human behaviour.
55	<i>KOHLER Timothy</i> Agent-Based Modeling and its Application to Prehispanic Settlement Ecodynamics in the Central Mesa Verde Region: Testing Optimality in Site Location in the Archaeological Record.
63	<i>HILPERT Johanna, ZIMMERMANN Andreas</i> Estimations of population densities from the Neolithic up to the 19th century: methods and results.
71	<i>ZIMMERMANN Andreas, HILPERT Johanna</i> Interpretive dimensions and variability of population densities

79 **Session 2 “Catchment areas, terroirs and community lands” (workgroup 1)**

Communications orales Oral communications

81	<i>POIRIER Nicolas, GEORGES-LEROY Murielle, TOLLE Florian, FOVET Elise</i> The spatio-temporal dynamic of agricultural areas, from Antiquity to modern period (ArchaeDyn Project)
95	<i>BARGE Olivier, CASTEL Corinne</i> Subsistence, sustainability and population at Tell Al-Rawda: a 3rd Millennium BC town in the Syrian steppe/ Autosuffisance alimentaire et population à Tell Al-Rawda: une ville du troisieme millenaire dans la steppe syrienne
107	<i>BINTLIFF John</i> Catchments, settlement chambers and demography: case studies and general theory in the Greek landscape from prehistory to early modern times.

Posters

119	<i>AUSSEL Sandra, GOGUEY Dominique, PAUTRAT Yves, SALIGNY Laure, CHARMOT A., MORDANT Claude, NUNINGER Laure</i> Spatial analysis of archaeological sites in the Châtillonnais forests (Côte-d’Or, France).
127	<i>FOVET Elise, POIRIER Nicolas</i> Characterization of Agrarian Resources for Archaeological Applications (ArchaeDyn Project).
133	<i>LE BRAS-GOUDE Gwenaëlle</i> Diet of ancient and middle Neolithic populations in the northwest of Mediterranean. Anthropological and isotopic studies

139 Session 3 “Settlement patterns, networks and territories” (workgroup 2)*Communications orales* Oral communications

- 141 *Frédérique BERTONCELLO, Elise FOVET, Cristina GANDINI, Frédéric TRÉMENT, Laure NUNINGER with the collaboration of the members of Workgroup 2*
The spatio-temporal dynamics of settlement patterns from 800 BC to 800 AD in Central and Southern Gaul: models for an interregional comparison over the long term
- 155 *BURILLO Francisco, ARENAS Jesús, PICAZO Jesús, ORTEGA Julián, POLO Clemente, VILLAGORDO Carolina, LÓPEZ Raul, SAIZ Esperanza*
The uncorrupting mountain. Historical dynamics in the Iberian Mountain Range from 5.500 B.C. to 1.800 A.D.
- 167 *POSLUSCHNY Axel*
GIS as a means to investigate «Princely Sites», Space and Environs. New ways to answer old questions.
- 175 *VAN DEN BOSSCHE Benjamin, MARCIGNY Cyril*
Changing settlement patterns in the Normandy countryside.

Posters

- 187 *KOROBOV Dmitry*
Using ArcGIS Spatial Analyst for the investigation of the system of habitation in the Kislovodsk basin (South of Russia).
- 193 *NOUVEL Pierre, BARRAL Philippe*
Rural settlement dynamic during Iron Age in Central Gaul: the excavation and fieldwalking data head to head

195 Session 4 . “Diffusion of raw materials and manufactured objects” (workgroup 3)*Communications orales* Oral communications

- 197 *GAUTHIER Estelle, WELLER Olivier, NUNINGER Laure et avec la collaboration de : GABILLOT Maréva, QUILLIEC Bénédicte, PETREQUIN Pierre*
Models for the study of the consumption and the circulation of resources and products in France and Western Europe during the Neolithic and the Bronze Age (ArchaeDyn project)
- 211 *CORNIQUET Claire*
Mobility and circulation of knowledge among potters of the Arewa (South-Western Niger): impact of the frameworks of practice on the spatial distribution of ceramics' techniques.

Posters

- 221 *FISCHER Viktoria*
Pin consumption on the shores of lake Neuchâtel (Switzerland) during the palafittic Late Bronze Age.
- 225 *WELLER Olivier, BRIGAND Robin, NUNINGER Laure*
Spatial analysis of the Salt Spring exploitation in Moldavian Pre-Carpathic Prehistory (Romania).

233 Session 5 . Synthèse/Open synthetic session*Communication orale* Oral communication

- 235 *FAVORY François, NUNINGER Laure*
Bilan général du programme triennal ArchaeDyn/synthesis of ArchaeDyn project ArchaeDyn 2005-2007 : ambitions, achievements and accomplishments

AUTOSUFFISANCE ALIMENTAIRE ET POPULATION A TELL AL-RAWDA : UNE VILLE DU TROISIEME MILLENAIRE DANS LA STEPPE SYRIENNE

Olivier BARGE et Corinne CASTEL

CNRS, Maison de l'Orient et de la Méditerranée, Université Lumière Lyon II, Laboratoire « Archéorient ;
Environnements et sociétés de l'Orient ancien », Lyon.

Olivier.barge@mom.fr
Corinne.castel@mom.fr

ABSTRACT:

Tell Al-Rawda (Syrie) est une ville neuve implantée en front pionnier à la fin du Bronze Ancien. Compte tenu des contraintes environnementales régionales (aridité), la question des modes de subsistance d'une population importante s'y pose avec acuité, dans un contexte d'expansion territoriale et de conquête de la steppe. Les informations disponibles pour le site et sa micro-région (prospection géophysique et de surface, fouille, cartographie des milieux) permettent de proposer une évaluation grossière des effectifs de population et d'estimer une production agricole à partir des surfaces potentiellement cultivables. La mise en œuvre d'un modèle spatialisé de comparaison de l'offre (une production céréalière estimée) et de la demande (les besoins alimentaires de la population) permet de poser la question de l'autosuffisance alimentaire de la population. Différents tests visant à prendre en compte l'imprécision de certaines données en entrée permettent de répondre par l'affirmative avec un degré de confiance assez satisfaisant.

KEY WORDS : : modèle, population, autosubsistance, Al-Rawda, micro-région

La question des ressources de l'environnement se pose invariablement dans les problématiques territoriales en archéologie. Dans les approches régionales ou micro-régionales, les sites s'inscrivent dans un espace dont on suppose qu'il leur est subordonné, et dont l'approche des ressources est un élément d'explication de l'implantation des sites, de leur approvisionnement ou de leurs interrelations. De plus en plus, ces études, nécessairement spatialisées, s'appuient sur les outils informatiques d'analyse spatiale, ceux en particulier disponibles dans les SIG.

Cette question des ressources, pour le site d'Al-Rawda (Syrie du centre-ouest, Bronze ancien IV^e) et les sites d'habitat qui l'entourent², présente une acuité particulière : d'une part, les investigations de terrain récentes ont révélé que le site fût une ville neuve (CASTEL *et al.* 2005 : 51-96, GONDET, CASTEL 2005 : 95-112, CASTEL sous presse) fondée vers 2400 av. J.-C. d'une quinzaine d'hectares et densément occupée, ce qui suppose des effectifs de population importants, et donc des besoins en conséquence. D'autre part, il est localisé en position très avancée dans la steppe, dans une région où les ressources, loin d'être absentes, sont tout de même soumises à une forte aridité et ne sont mobilisables que dans le cadre de mises en valeur contraignantes (BESANÇON, GEYER 2006 : 11-53). La question se pose alors de l'autosuffisance alimentaire du site. L'environnement proche permettait-il de subvenir aux besoins alimentaires

de la ville et du chapelet de petits sites contemporains que l'on suppose sous sa dépendance ? Cette question se pose d'autant plus que la production agricole locale avait probablement une importance capitale, dans un contexte où les relations avec les voisins pouvaient être conflictuelles, à en juger par l'importance accordée aux fortifications dans le plan de la ville³.

Cette question, pour autant qu'elle soit essentielle, n'est pas sans écueils sur le plan méthodologique : en effet, comment l'aborder sans le truchement de données quantitatives, données particulièrement difficiles à construire, de surcroît si elles sont spatialisées, qu'il s'agisse des effectifs de population ou des productions agricoles ? Les résultats des travaux accomplis à Al-Rawda permettent, cas peu fréquent, d'évaluer des ordres de grandeur. Certes, il ne s'agit que d'évaluations indicatives ; elles ne peuvent en aucun cas être considérées comme des chiffres absolus parfaitement avérés. Elles autorisent toutefois à construire un modèle spatialisé permettant de comparer l'offre (une production céréalière) à la demande (les besoins alimentaires de la population). La fonction utilisée pour établir cette comparaison, construite pour traiter principalement de problématiques économiques (géomarketing en particulier), demeure bien adaptée pour traiter la présente question de l'autosuffisance alimentaire ; elle trouve là une utilisation originale en archéologie et traduit une démarche à la fois quantitative et spatialisée.

1. Nous nous référons ici à la chronologie en usage au Levant Nord. Dans cette région, le Bronze ancien couvre en gros le 3^e millénaire avant J.-C. Le Bronze ancien IV, période pendant laquelle a été occupée la ville d'Al-Rawda, correspond à la période comprise entre 2400 et 2000 environ avant J.-C.

2. Notre étude porte à la fois sur le tell d'Al-Rawda et la micro-région de 100 km² qui l'entoure. Elle s'inscrit dans le cadre des recherches menées par la mission archéologique franco-syrienne d'Al-Rawda dirigée par Corinne Castel (CNRS) et Nazir Awad (Direction Générale des Antiquités et des Musées de Syrie).

3. Un tiers de la superficie de la ville était dédié à sa défense. Les fortifications regroupent un rempart, un avant-mur et un double fossé.

Le modèle s'appuie sur plusieurs paramètres ; tous ne peuvent pas être fixés avec le même degré de confiance et ils doivent donc être testés. Afin de vérifier la validité des résultats obtenus, deux tests ont été mis en œuvre. Un test de la sensibilité du modèle à chacun des paramètres ; et un test permettant de comparer offre et demande de manière répétée en faisant varier tous les paramètres dans une fourchette de valeurs dont on peut penser qu'elles encadrent raisonnablement ces variables.

Une première partie exposera la problématique propre au site d'Al-Rawda et sa région en détaillant les raisons pour lesquelles la question de l'exploitation des ressources se pose avec acuité. La méthode mise en œuvre et les résultats obtenus à chaque étape seront ensuite explicités. Enfin, une dernière partie détaillera l'interprétation archéologique que l'on peut faire des résultats, ainsi que les prolongements qu'ils suggèrent dans la problématique de l'implantation d'une ville neuve localisée sur un front pionnier⁴.

1. Al-Rawda et sa micro-région : une ville fondée dans la steppe à la fin du Bronze Ancien

Tell Al-Rawda est une ville neuve circulaire fondée loin des zones traditionnellement urbanisées, au moment de la naissance d'États territoriaux. Elle naît dans un contexte d'expansion territoriale et de conquête de la steppe à la fin du Bronze ancien. Ce tell se trouve à la limite des implantations sédentaires au Bronze ancien IV et constitue le dernier site habité à l'année⁵ avant la zone occupée exclusivement par des installations temporaires.

La taille du site, ses fonctions (défensive, résidentielle, religieuse, économique, funéraire et probablement administrative) et son insertion dans des réseaux d'échanges à différentes échelles, y compris l'échelle « internationale », au sein d'un territoire densément occupé⁶, révèlent qu'il s'agit d'une ville et même d'un pôle économique et religieux d'importance régionale.

Une prospection géophysique a permis de montrer très clairement que cette agglomération est densément occupée par des quartiers d'habitation qui s'organisent autour d'une voirie radioconcentrique. Les bâtiments publics et les maisons sont distribués autour de trois rues concentriques et un réseau de rues en étoiles. La régularité remarquable de ce plan révèle qu'Al-Rawda fut imaginée avant d'être bâtie. La ville

est clairement le résultat d'un urbanisme planifié. Il s'agit donc d'une ville neuve où réside une population importante.

Avec moins de 250 mm de pluie par an⁷ et surtout une grande variabilité interannuelle des précipitations, Tell Al-Rawda se situe en zone de marge, dans un milieu aride contraignant. L'économie repose essentiellement sur l'élevage. Toutefois, la ville est implantée dans une niche écologique favorable (une dépression naturelle sur le cours d'un oued non pérenne) à la mise en culture, même en sec certaines années, tandis que les données archéologiques révèlent la mise en œuvre d'importants travaux de mise en valeur du milieu. Des indices de culture antique dans les environs immédiats du site (murs ayant servi de « casiers à sédimentation » et répartiteurs d'eau, terrasses aménagées...) (CASTEL *et al.* 2005 : 83-85, CASTEL *et al.* sous presse) et la mise en évidence d'une culture de l'orge et du blé nu mais aussi de la vigne, des pois et de l'olivier, inconcevable dans un tel contexte sans un minimum d'irrigation, révèlent la pratique d'une agriculture sèche et irriguée (HERVEUX 2004 : 79-91). Enfin, le mobilier archéologique lui-même, avec la découverte de nombreuses « bèches » en pierre retrouvées dans les différents secteurs de fouille semble confirmer la place de l'agriculture dans l'économie locale.

L'économie d'Al-Rawda s'appuie donc sur une exploitation optimale de l'environnement et une diversité des modes de production : pastoralisme, agriculture diversifiée, sèche et irriguée, et commerce.

Cependant, la vie en milieu steppique demande des stratégies économiques flexibles et une grande adaptabilité des populations (METRAL 2006 : 100). Il est donc fort probable que les habitants de cette région fonctionnaient, hier comme aujourd'hui, selon une logique de l'opportunité, qui les conduisaient, les années sèches, à faire pâturer les cultures si elles n'arrivaient pas à maturité en développant plus largement leurs activités pastorales ou commerciales. Dans tous les cas, la population nombreuse qui occupait la région exerçait une pression forte sur ce milieu contraignant et particulièrement sensible aux modifications même mineures qui pouvait l'affecter et la question de l'autosuffisance alimentaire du site d'Al-Rawda et des sites secondaires alentours se pose de manière cruciale.

2 Méthodologie

D'un point de vue général, le site d'Al-Rawda, permet d'envisager une étude de la population qui y résidait et du terroir

4. Al-Rawda se situe en limite d'implantation des sédentaires au Bronze Ancien dans la steppe syrienne. Cette limite linéaire orientée Nord-Sud représente un front pionnier au-delà duquel aucun site n'a été repéré qui aurait pu être occupé à l'année (GEYER, CALVET 2001, p. 66 et fig. 2).

5. Le pastoralisme constituant, hier comme aujourd'hui, le fondement de l'économie dans la région, il est clair cependant qu'une partie des habitants de la ville antique d'Al-Rawda partait régulièrement en transhumance à la saison chaude.

6. 29 sites d'habitat contemporains d'Al-Rawda, de tailles diverses, ont été identifiés dans la micro-région de 100 km² qui l'entoure.

7. L'isohyète des 250 mm de pluie constitue la limite théorique pour pouvoir pratiquer une agriculture sans irrigation.

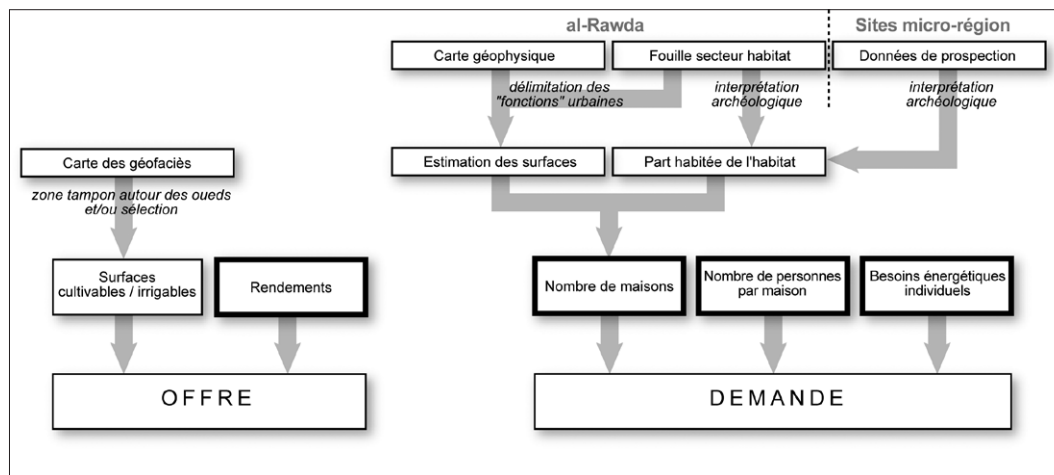


Figure 1 : structure du modèle

en mesure de la nourrir. En effet, alors que les vestiges du troisième millénaire avant J.-C. affleurent à la surface du tell sans perturbation postérieure⁸, il a été possible d'établir une carte géophysique de l'ensemble du site (à l'exception d'une petite zone au sud-ouest occupée par un petit village contemporain) après deux campagnes de prospection. Celle-ci nous a permis de connaître de manière assurée, fait exceptionnel⁹, l'extension du site (11,5 hectares *intra muros*, 14 hectares environ avec un quartier bâti hors les murs, à l'est de l'agglomération) et la densité¹⁰ du bâti à la fin de l'histoire de la ville¹¹. Par ailleurs, les fouilles nous ont aidés à interpréter la carte géophysique en révélant les défenses de la ville (quatre lignes de fortification), trois vastes sanctuaires, dont un est en cours de dégagement extensif, un quartier d'habitation et des éléments de la voirie. Ces données nous permettent de proposer une estimation raisonnable de la superficie du site dévolue à l'habitat, du nombre moyen de maisons qu'il comptait à la fin du Bronze ancien et partant, d'évaluer grossièrement la population qui y habitait.

Dans la microrégion qui entoure Al-Rawda, les vingt-neuf sites d'habitat du Bronze ancien IV identifiés n'ont fait l'objet que d'une prospection de surface. Cependant, les relevés architecturaux effectués aux GPS différentiels et les photographies aériennes prises sur ces sites dont les vestiges sont visibles en surface permettent d'évaluer l'extension des zones bâties et de proposer une estimation grossière du nombre de maisons.

Par ailleurs, la carte des milieux qu'il a été possible d'établir à l'échelle de la microrégion de 100 km² étudiée est suffisamment précise pour que la superficie du terroir, la surface des terres ayant un rendement assuré au moins régulièrement et, partant, la

production agricole soit évaluable. Le milieu n'ayant pas radicalement changé depuis le troisième millénaire avant J.-C. (CASTEL 2007 : 159-178, GEYER, CALVET 2001 : 12 note 2, DEBAINE JAUBERT 2006 : 149-165), on peut donc proposer une estimation, au moins approximative, de la production agricole à la fin du Bronze ancien. Dans tous les cas, plus qu'une évaluation de la population du site et de la production agricole, nous cherchons à répondre à la question de l'autosuffisance alimentaire, cruciale en milieu aride.

La démarche s'appuie sur la mise en œuvre d'un modèle spatialisé de comparaison de l'offre et de la demande. Pour ce faire, elle utilise la fonction HINTERLAND implantée dans le logiciel IDRISI ; cette fonction permet de déterminer si la demande, localisée en certains points et quantifiée, peut être satisfaite par l'offre, déployée dans l'espace et également quantifiée. Les résultats délivrent une carte faisant apparaître les surfaces pour lesquelles l'offre est « consommée » par la demande, ou, le cas échéant, indiquent un déficit si cette dernière excède l'offre. Dans le cas présent, la demande est modélisée par une quantité de céréales localisée ponctuellement à l'emplacement de chaque site et correspondant au besoin alimentaire annuel de la population des sites. L'offre, quand à elle, correspond à une production potentielle de céréales délimitée par des surfaces cultivables. Bien évidemment, la difficulté réside dans la constitution de ces deux couches d'information : impossibles à connaître de manière avérée, elles peuvent toutefois être évaluées comme exposé ci-dessous (Fig. 1) et consignées, en mode raster, dans une grille de 1041 par 1040 cellules carrées dont le côté mesure 10 m. Cette résolution reste très satisfaisante pour aborder la question à l'échelle de la microrégion, et détermine des temps de traitement raisonnables.

8. Seul, un petit village de quelques maisons occupe actuellement une petite partie du site au sud-ouest, recouvrant directement les vestiges du Bronze ancien.

9. Il est rare en effet de connaître la superficie d'un site antique dans la mesure où il est impossible de procéder à la fouille exhaustive d'un niveau homogène.

10. La densité de l'agglomération est remarquable à en juger par la carte géophysique. Les fouilles ont montré par ailleurs que la ville s'étend jusqu'à l'extérieur des fortifications dans la dernière phase d'occupation du site, à la toute fin du troisième millénaire. Les fossés qui l'entourent sont alors comblés tandis que le rempart et l'avant-mur sont oblitérés par la construction de nouvelles maisons. Ces indices paraissent témoigner d'un accroissement de la population à cette période, au point de déborder les murailles de la ville.

11. Le site ayant une durée d'occupation brève (trois à quatre siècles à peine) au regard de l'histoire dans la région, on peut considérer qu'il est quasiment mono-période. Les fouilles semblent révéler en tous cas que la carte géophysique illustre la dernière grande période d'occupation du site, à la fin du troisième millénaire avant J.-C., au Bronze ancien IVB selon la terminologie en usage au Levant Nord.

12. On a choisi d'exclure ici la partie centrale de la ville où le tissu urbain diffère du reste de l'agglomération et où l'on croit déceler sur la carte géophysique la présence d'un gros bâtiment public et d'un espace non bâti qui pourrait être une place publique ou une sorte de grande citerne collective.

13. S. Le Blanc, notamment, a insisté sur l'importance qu'il y a à ne pas prendre en compte dans le mode de calcul la surface totale de l'unité d'habitation mais la surface habitée seulement (LE BLANC 1971 : 210-211).

14. On remarquera que « dans les villages du Proche Orient actuel, c'est la densité des habitations qui fait la densité des agglomérations ». (AURENCHÉ 1981 : 98).

15. Cette méthode, qui vise à évaluer un nombre approximatif d'unité d'habitation, nous paraît plus proche de la réalité antique qu'un simple calcul du nombre d'habitants d'un site par rapport à sa superficie bâtie selon une valeur constante (pour ne prendre qu'un exemple, cf. NAROLL 1962 (587-589) dont le coefficient, souvent repris par les archéologues, estime à 10m² par habitant la surface vitale minimum nécessaire). Les travaux de l'école de Palo Alto, et ceux de E. T. Hall en particulier, ont clairement montré que ce critère de « surface vitale » est éminemment culturel et variable d'une société à l'autre (HALL 1971 : 128). Pour toutes ces questions et une critique d'une corrélation linéaire et universelle établie entre surface bâtie et nombre d'habitants, on pourra se reporter à CASTEL 1992 (99-101).

16. Elle l'est d'autant plus qu'on ne peut pas être sûr de la parfaite contemporanéité de l'ensemble des maisons considérées. Ceci représente une difficulté particulièrement grande dans les sites qui n'ont pas été fouillés.

17. AURENCHÉ, 1981, tableau 4 p. 98 et p. 99 : « le nombre moyen d'habitants par maison (qui apparaît, au contraire), remarquablement constant » quelque soit la taille du village.

2.1. Détermination de la demande

La quantité de céréales nécessaires annuellement pour nourrir la population de chaque site peut être calculée en multipliant un effectif de population par un besoin énergétique individuel moyen, converti en poids de céréales.

Il existe différentes formules permettant de calculer les besoins énergétiques journaliers (HARRIS BENEDICT 1919 et ses adaptations) en fonction du sexe, poids, âge, etc. de l'individu. Elles donnent des résultats un peu différents, mais, compte tenu que le modèle ne différencie pas les individus, une valeur moyenne peut être calculée, tenant compte de plusieurs classe d'âge, du sexe et correspondant à une activité physique moyenne : 2360 kcal/j/personne, ce qui correspond à un poids annuel de 260 kg de céréales.

Le calcul de la population des sites est évidemment l'élément clé du modèle mis en œuvre. La carte de la prospection géophysique donne une image qui rend possible la délimitation d'une part de l'extension totale du site (y compris la ville hors les murs), d'autre part les secteurs dévolus à l'habitat (Fig. 2) dont on a pu calculer les surfaces¹². La part prospectée correspond à près de 70 % de la surface totale du site. On a donc calculé, selon les mêmes proportions que pour la partie prospectée, la surface correspondant à l'habitat pour la partie non prospectée. Ainsi, on peut estimer que la surface dévolue à l'habitat mesure 83138 m².

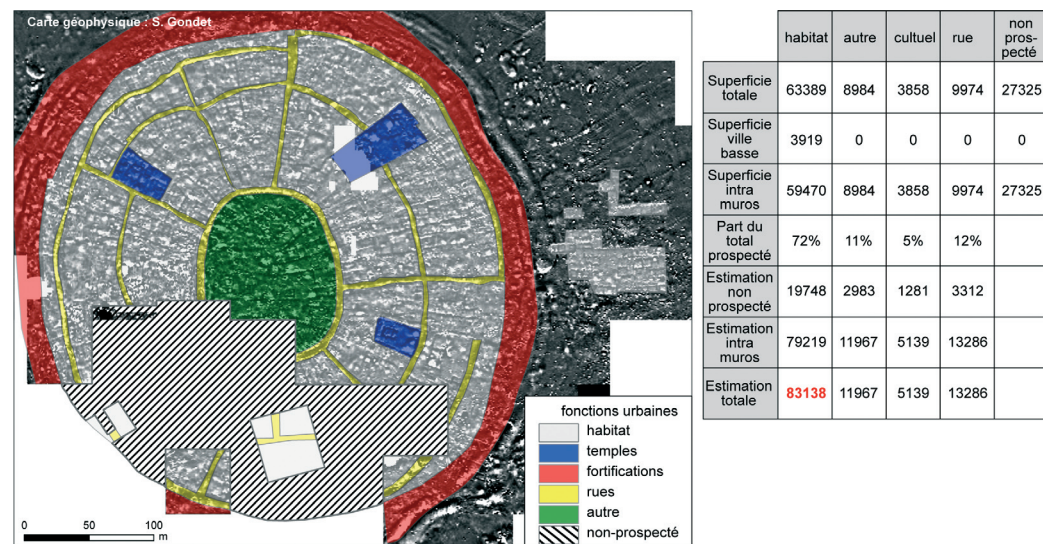
Cependant, la surface utilisée pour l'habitation ne correspond pas à la surface habitable¹³. En effet, les bâtiments techniques (stockage, greniers, bâtiments pour le bétail...), ainsi que les cours y sont inclus également. Mais les fouilles ayant permis le dégagement complet dans le

secteur 4 de deux maisons, dont on connaît les dimensions, ainsi que les surfaces effectivement habitable, on peut avancer que la surface habitable à l'échelle du site correspond à près de 70 % de la surface dévolue à l'habitat, pour des maisons dont la surface moyenne peut être évaluée à environ 65 m² (Fig. 3)¹⁴. Ainsi, disposant de ces données de fouille, on peut étendre à titre d'hypothèse ces valeurs à l'ensemble de la ville pour proposer une évaluation approximative du nombre de maisons : 897¹⁵.

En ce qui concerne les autres sites du Bronze ancien IV dans la microrégion, en l'absence de fouille et de données de prospection géophysique, l'évaluation est encore plus difficile¹⁶. Elle ne peut s'appuyer que sur les informations récoltées en surface. Bien qu'aucun des sites ne puisse être comparé à Al-Rawda par leur importance, leur population n'est pour autant pas négligeable. Une évaluation raisonnée, fondée sur ce qui est connu d'Al-Rawda, et sur les données de prospection (surface totale du site, densité du bâti, fonction présumée) peut être proposée (Fig. 4). Elle pourrait refléter une hiérarchisation des sites parmi lesquels on croit distinguer des installations temporaires (bergeries, gîtes d'étapes pour des populations de pasteurs nomades...) et des villages fortifiés habités à l'année, plus ou moins étendus, où la poterie abonde en surface.

Disposant donc d'une évaluation du nombre de bâtiments par site, on peut obtenir une estimation de la population en multipliant le résultat obtenu par un nombre moyen de personnes par maison. Cette donnée présente une grande incertitude. La composition des maisonnées la fin du troisième millénaire en Syrie centrale nous

Figure 2 : fonctions urbaines et leur superficie (ha)



est inconnue. On peut toutefois considérer qu'une valeur moyenne de six personnes par unité d'habitation est plausible si l'on considère la taille d'une famille nucléaire (parents et enfants) à laquelle on adjoint éventuellement un ou deux ascendants. Du reste, le chiffre de cinq-six habitants par maison est celui qui se retrouve dans la plupart des villages du Proche-Orient actuel, gros ou petits, qui ont fait l'objet d'une enquête ethnographique. On remarque aussi que la taille des maisons s'accroît au cours de la deuxième moitié du troisième millénaire avant J.-C. de manière presque systématique, notamment dans la région de l'Euphrate syrien (COOPER 2006 : 123). S'il est difficile d'interpréter ce changement, il est possible de considérer que cet accroissement de la taille des habitations est lié à celle des familles qui les habitaient. On sait, par ailleurs, que cette même époque correspond à une phase d'expansion remarquable du peuplement jusqu'en zone steppique, loin des zones traditionnellement urbanisées (CASTEL 2007 : 159-178). Elle pourrait donc traduire l'existence d'un accroissement démographique. En tout état de cause, afin de réaliser un premier test, une valeur de six personnes par maison a été choisie. Ces valeurs de population par site peuvent être multipliées par les besoins nutritionnels de la population, rendant ainsi possible le calcul d'un besoin annuel en poids de céréales par site. Ce besoin correspond à la demande.

2.2. Détermination de l'offre

Disposant d'une cartographie des milieux à l'échelle des géofaciès, il est possible de dresser une carte des zones cultivables. En effet, si les importantes surfaces de glacis et leurs dérivés restent impropres à la culture par la présence d'une croûte calcaire imperméable, certains milieux peuvent supporter les labours, voire même être irrigués lorsqu'ils sont situés en fond de vallée (Fig. 5).

Les surfaces non encroûtées peuvent être cultivées en sec lorsqu'elles présentent des pentes modérées, alors que les *faydas*¹⁸ et les terrasses alluviales, situés sur les points bas du relief et à proximité des oueds, peuvent être irrigués. Les milieux cultivables en sec, lorsqu'ils sont situés à proximité des oueds, peuvent également être irrigués : ils ont été délimités par intersection avec une zone tampon de 200 m autour des oueds principaux. Compte tenu de l'échelle de levé de la carte des milieux, on peut considérer que la carte des milieux cultivables/irrigables ainsi obtenue constitue une évaluation fiable des surfaces correspondantes.

	maison C41	maison C42	total chantier habitat	total site	moyenne C41 C42	Nombre de maisons
Superficie totale	68	117	185	83138		
Superficie habitable	68	61	129	57947	64.5	897
Part habitable	100 %	52 %	70 %	70 %		

Figure 3 : calcul du nombre de maisons du site à partir des données de fouille

densité du bâti	mode d'évaluation du nombre de maisons
forte	rapport superficie du site / nombre de bâtiments = 1.5 X rapport à al-Rawda (126) 189 m ² / bât.
moyenne	rapport superficie du site / nombre de bâtiments = 2 X rapport à al-Rawda (126) 254 m ² / bât.
faible	grande surface occupée par des enclos Nombre de batiments visibles en surface
bâtiment isolé	bergeries isolées 1 maison

Figure 4 : mode d'évaluation du nombre de maisons des sites hors Al-Rawda

type géofaciès	cultivable	irrigable
glacis	non	non
glacis dégradés	non	non
contacts abrupts	non	non
glacis secondaires	oui	non
glacis terrasses	oui	non
pentons de raccordement	oui	non
faidas	oui	oui
terrasses alluviales	oui	oui

Figure 5 : qualité agricole des géofaciès

	sec	irrigué
Année sèche	500	1000
Année humide	1000	2000
valeur moyenne	750	1500
fourchette haute	1000	2000
fourchette basse	400	800

Figure 6 : valeurs de rendement utilisées

Afin d'obtenir une image finale de la production théorique de céréales, reste à déterminer les rendements des deux types de surfaces. Les données utilisées (GW/Larousse agricole, Fig. 6) font apparaître des différences importantes entre années sèches et années humides, en sec comme en irrigué. Afin de réaliser un premier test, la moyenne de ces deux valeurs a été choisie (750/1500 kg/ha).

Ainsi, une image de l'offre, étendue à la mesure des milieux potentiellement cultivables/irrigables est obtenue, avec une valeur de production céréalière par pixel de 7,5 kg en sec et de 15 kg en irrigué.

18. Les faydas sont, dans la terminologie locale, des évènements de fonds de vallée.

2.3. Résultats du premier test

Avec les paramètres tels que définis ci-dessus, le résultat, supposé moyen, fait apparaître qu'une partie seulement du potentiel agricole est mobilisé pour répondre à l'offre (Fig. 7).

2319 ha seraient ainsi cultivés, soit 73 % de la surface cultivable. Les surfaces utilisées se répartissent au centre, au Nord et à l'Ouest de la zone d'étude, ce qui est conforme à la répartition de la population, les terres agricoles étant réparties de manière discontinue mais assez homogène. Cette première évaluation, bien qu'approximative, conforte le bien-fondé de la démarche, dans la mesure où la confrontation des deux quantités de céréales (offre et demande), évaluées indépendamment, se révèlent cohérentes (pas de disproportion de l'une ou de l'autre donnée). Elle montre que, bien que les effectifs de population estimés soient importants (plus importants que ceux attendus), le terroir, pourtant situé en zone contraignante, serait en mesure de permettre l'autosubsistance.

Toutefois, les paramètres utilisés ne sont que des évaluations sommaires, pour certaines impossibles à affiner (nombre de personnes par maison, en particulier). Le degré de confiance que l'on peut accorder à ces paramètres est variable ; de même, les erreurs commises dans ces estimations peuvent se compenser, mais aussi se cumuler, ce qui conduirait à un résultat erroné.

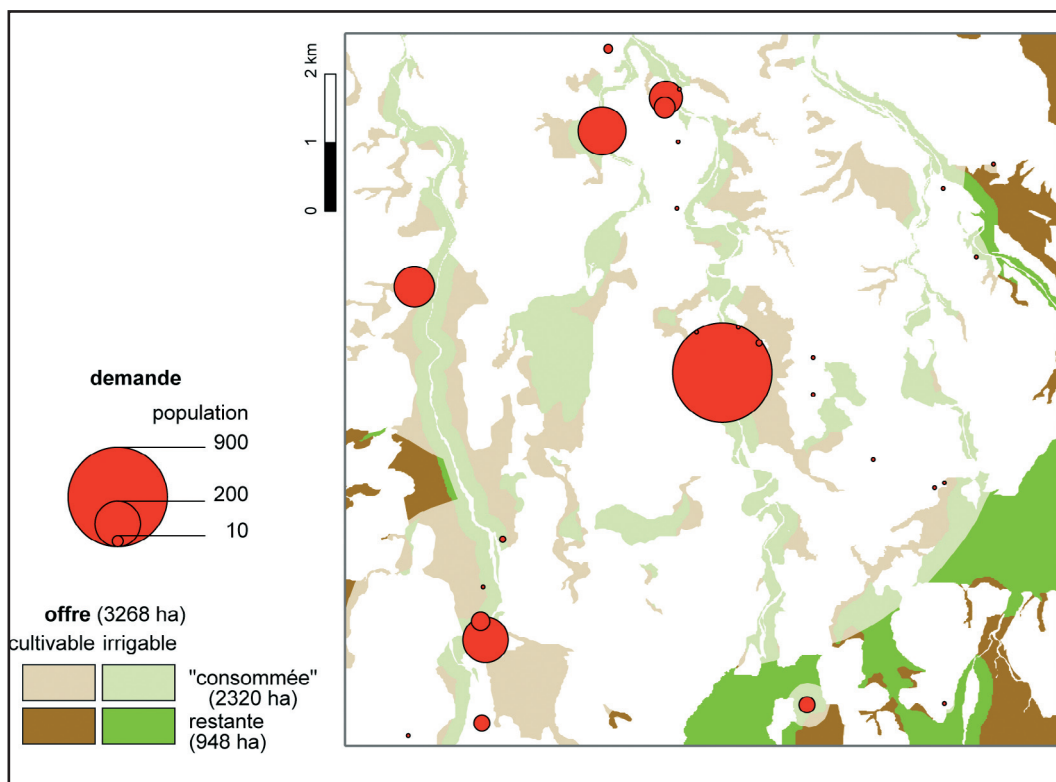
2.4. Test des paramètres du modèle

Afin d'éviter cet écueil, un premier test a été réalisé : il s'agit d'analyser chacun des paramètres du modèle, d'écartier ceux auxquels on peut accorder une confiance suffisante et de tester la sensibilité du modèle aux paramètres les plus incertains. Pour ces derniers, l'idée est de définir des valeurs fourchette autour de la valeur supposée moyenne, celle utilisée dans le premier test. Ces valeurs sont ensuite utilisées pour relancer le modèle, les autres paramètres étant « bloqués » sur les valeurs moyennes. Ces valeurs ont été déterminées de manière à ce que, sans être extrêmes, l'on soit quasiment certains que la valeur effective y soit encadrée.

Au total, le modèle s'appuie sur cinq paramètres principaux :

- **les surfaces cultivables/irrigables** : la grille utilisée s'appuie sur un relevé de terrain effectué à une échelle fine, tout à fait précis spatialement eut égard à sa résolution (10 mètres). Par ailleurs, la typologie employée, fondée sur des paramètres morphologiques, intègre également, dès la levée, des potentiels agricoles estimés de manière qualitative. Ainsi, il n'y a pas d'ambiguïté entre les faciès écartés de la zone cultivable et ceux qui y sont inclus, de même que l'on distingue facilement sur le terrain les faciès irrigables (*faydas* et terrasses alluviales) de ceux cultivables en sec. Reste le cas des milieux cultivables

Figure 7 : offre et demande avec tous les paramètres fixés sur les valeurs supposées moyennes



en sec, mais dont une partie au moins se trouve à proximité d'un oued majeur, et qui est donc potentiellement irrigable. La solution utilisée (délimitation de zone tampon), reste certes grossière et ne tient pas compte de la pente ; on peut toutefois supposer que, si certaines zones définies comme irrigables sont en réalité plus étroites, d'autres zones, en pente très faible, doivent s'étendre au contraire sur une plus grande largeur, compensant ainsi les erreurs. Au total, on peut considérer que la couche qui porte ce paramètre est assez fiable, *a fortiori* à l'échelle utilisée.

- **Les rendements** : en dehors des données utilisées, très générales, très peu d'éléments permettent de mieux définir les rendements (alors que l'idéal aurait été de disposer d'un rendement théorique par type de géofaciès). Selon George Willcox¹⁹, les terres irriguées en Syrie produisent au minimum deux tonnes /hectare (pour les céréales en général, même si le blé donne un peu plus). En réalité, dans la zone étudiée, le facteur le plus contraignant est l'irrégularité des précipitations à l'échelle interannuelle, de sorte que la production est très variable d'une année à l'autre. Il était donc nécessaire de considérer ce paramètre avec circonspection, et de définir des valeurs fourchette plutôt que de s'en tenir aux valeurs utilisées, trop incertaines. Compte tenu de l'aridité de la zone, on a considéré que les valeurs moyennes en année humide constituaient à Al-Rawda un optimum ; elles furent utilisées pour définir la fourchette haute. Pour les mêmes raisons, la fourchette basse a été définie à partir des valeurs en année sèche, auxquelles on a retranché 20%.

- **Le nombre de maisons** : compte tenu de la qualité des données de base (carte géophysique et résultats de fouille), on peut considérer que l'évaluation pour la ville d'Al-Rawda est correcte. En revanche, pour les autres sites pris en compte, les seules données de prospection rendent l'estimation beaucoup moins fiable. Il était ainsi préférable de définir une fourchette haute et une fourchette basse. Dans la ville d'Al-Rawda, le relevé de surface a permis d'identifier 152 bâtiments, alors que l'estimation s'élève à 897, soit un rapport de 5,9 entre bâtiments visibles et bâtiments enfouis. Connaissant le nombre de bâtiments identifiés en prospection pour tous les sites, on a pu estimer, selon le même rapport (6 pour éviter les valeurs décimales), un nombre de bâtiments pour chaque site. On obtient, pour l'ensemble de la microrégion, un total qui excède la précédente évaluation de 154 bâtiments,

soit une augmentation de près de 9%. Ces valeurs ont été utilisées pour fixer la fourchette haute. La fourchette basse a été fixée symétriquement par réduction de 9% des valeurs précédemment utilisées.

- **Le nombre de personnes par maison** : il s'agit du seul paramètre pour lequel on ne dispose pratiquement d'aucune donnée. L'ethnologie nous enseigne que cette valeur est éminemment variable d'une société à une autre, ainsi que d'une famille à l'autre dans la même société. Rien ne garantit donc que la valeur utilisée (6) soit une valeur moyenne. Une fourchette haute et une fourchette basse ont été définies, assez arbitrairement, mais prenant toutefois en compte la superficie moyenne de la maison (65 m²). Il est en effet peu probable qu'une famille compte moins de trois personnes, de même qu'il paraît difficile qu'une maison de cette taille soit occupée par plus de neuf personnes.

- **Les besoins énergétiques** : les formules permettent de calculer des besoins énergétiques en fonction d'une activité physique légère ou intense. Ces valeurs (moyenne des besoins énergétiques de toutes les classes d'âge et de sexe) ont été utilisées comme fourchette haute et comme fourchette basse (Fig. 8)

19. Communication personnelle. Nous remercions ici vivement George Willcox pour ses remarques au moment de rédiger cet article.

Figure 8 : Besoins énergétiques

		activité physique		
		legere	moyen	intense
hommes	10 ans, 30 kg	1823	2093	2470
	20 ans, 65 kg	2595	2980	3515
	30 ans, 65 kg	2531	2907	3429
	40 ans, 65 kg	2531	2907	3429
femmes	10 ans, 30 kg	1735	1824	2024
	20 ans, 50 kg	1920	2019	2240
	30 ans, 50 kg	1972	2073	2300
	40 ans, 50 kg	1972	2073	2300
moyenne		2135	2360	2713
céréales (kg/an)		236	260	300

Figure 9 : variation des surfaces cultivées en fonction des valeurs attribuées à chaque paramètre

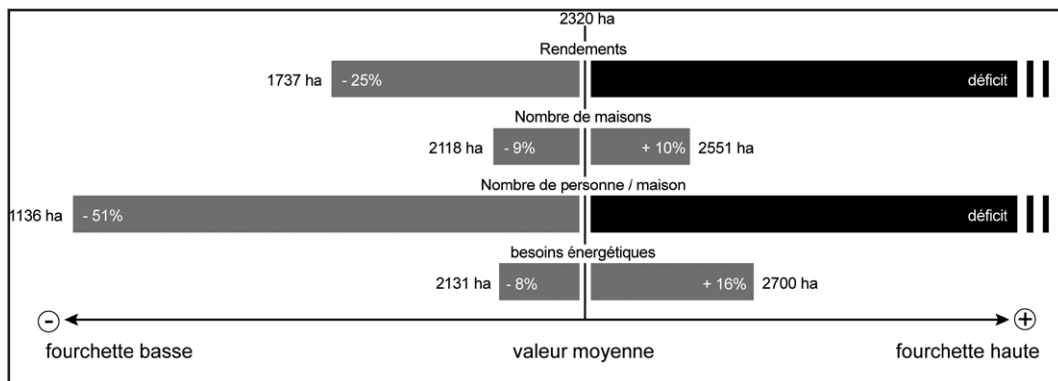
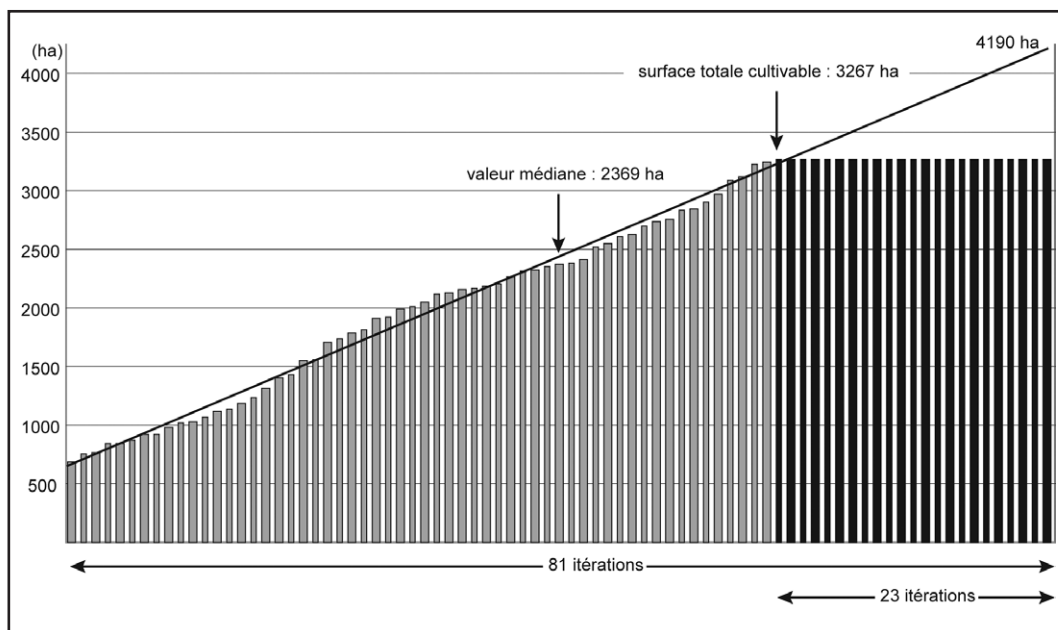


Figure 10 : histogramme des valeurs de superficie mise en culture pour chaque itération



Le test consiste donc à relancer le modèle huit fois : on ne fait varier qu'un seul des quatre paramètres à la fois en utilisant la fourchette haute, puis la fourchette basse, les trois autres restant fixés sur les valeurs moyennes ; les résultats (Fig. 9) montrent que dans deux cas sur huit, l'offre ne peut répondre à la demande qui se trouve donc en déficit. Le nombre de maisons ainsi que les besoins énergétiques ont relativement moins d'influence sur le modèle que les rendements ou le nombre de personnes par maison ; ces résultats sont conformes à ce que l'on pouvait penser, *a priori*, de la qualité des paramètres. Le nombre de personnes par maison, paramètre impossible à affiner, apparaît très discriminant, de même que les rendements, qui, pour leur part, pourraient être mieux étudiés.

Par ailleurs, afin de déterminer le degré de confiance que l'on peut accorder aux résultats, il convenait de prendre en compte les risques de cumul de l'erreur. Pour cela, le calcul de comparaison de l'offre et de la demande a été réalisé 81 fois de manière à réaliser toutes les combinaisons possibles des trois valeurs pour chacun des quatre paramètres ; cela a pu être réalisé grâce à

l'usage d'une macro-commande faisant succéder 392 opérations, calculant en outre la surface agricole cultivée pour satisfaire l'offre pour chacune de 81 itérations.

Les résultats visualisés sur un histogramme des valeurs de surface mises en culture (Fig. 10) montrent que la demande est satisfaite dans 58 cas sur 81. On peut donc dire que l'on a 72 % de chance de ne pas se tromper en affirmant que la population d'Al-Rawda et sa microrégion pouvait parvenir à l'autosuffisance alimentaire.

3 Résultats et interprétation

Au delà de ces résultats bruts, deux arguments permettent de penser que l'autosuffisance alimentaire pouvait être atteinte. Le premier peut être formulé à partir d'une observation de l'histogramme des valeurs de superficie obtenues à l'issue des 81 itérations. Lorsque l'offre est déficitaire, il n'y a pas de calcul de superficie nécessaire. Or, si l'on prolonge la courbe de tendance jusqu'à l'itération qui fait intervenir les quatre paramètres dans leur définition la plus défavorable (forte population, forte demande énergétique, faibles rendements), on obtient une valeur

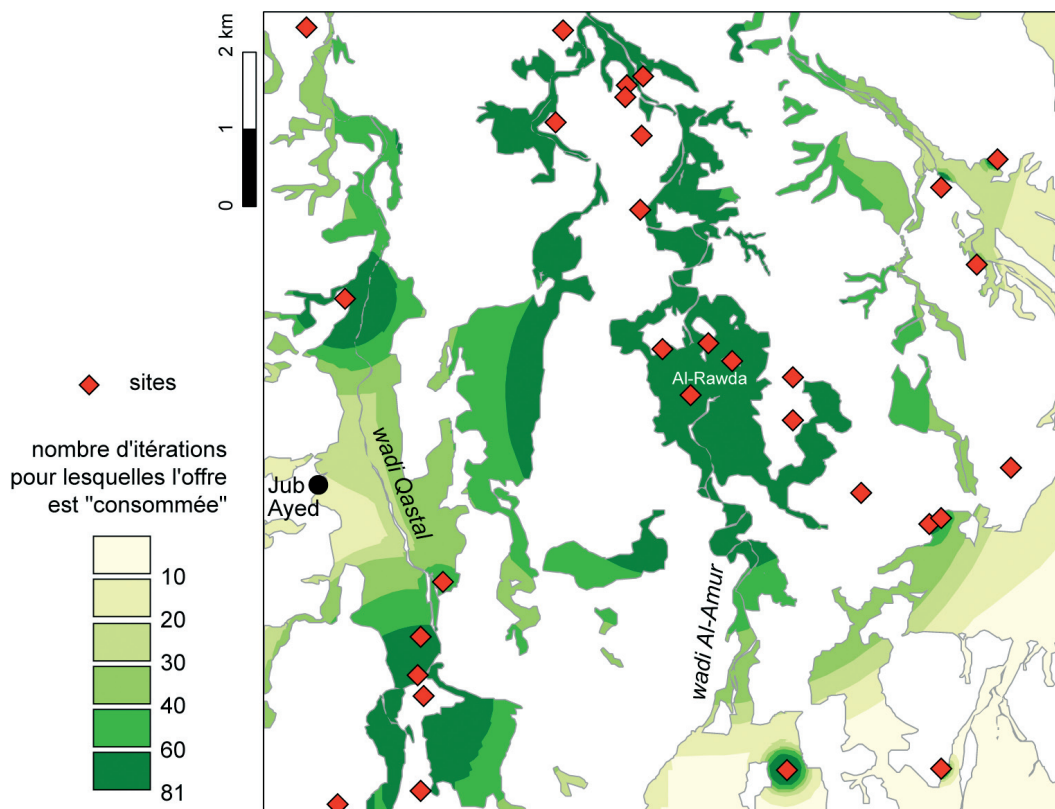


Figure 11 :
Utilisation des
surfaces cultivables

de 4190 hectares, valeur qui n'est pas considérablement éloignée de la surface totale cultivable dans la microrégion. Par ailleurs, ce déficit de terres agricoles (923 hectares) pouvait éventuellement être compensé par des surfaces situées en dehors de la zone étudiée, définie arbitrairement, en particulier au Nord et au Nord-Ouest dans les vallées des wadis Qastal et al-'Amur ; plusieurs sites regroupant une population importante se trouvent en effet proches de la limite de la zone étudiée dans ce secteur.

L'observation des combinaisons de paramètres responsables du déficit théorique permet de formuler une remarque dont la portée tend à confirmer ce que l'on pouvait penser par ailleurs des contraintes de mise en culture dans la région : sur les 23 cas de déficit théorique, le paramètre de rendement fixé en valeur basse intervient 17 fois (Et sur les six cas restant, les rendements fixés en valeur moyenne sont toujours associés à un nombre de personnes par maison maximum). Ainsi, le modèle montre que des rendements faibles provoquent presque systématiquement un déficit agricole. Or, les rendements sont directement dépendants des précipitations, et cette situation pouvait très certainement se produire lors des années sèches. Davantage que la pluviométrie moyenne, le facteur qui détermine plus sûrement cette contrainte est l'irrégularité annuelle des précipitations, comme on peut l'observer aujourd'hui. Une année sèche, ou pire, une succession d'années sèches peut

provoquer une catastrophe dans l'économie semi-nomade actuelle. Le climat de la région n'a pas changé fondamentalement depuis au moins la fin du néolithique. En tout cas, on n'en perçoit aucune trace morphologique, le relief étant figé, parfois même dans les thalwegs. Ceci dit, une amélioration légère, prenant en particulier la forme d'une plus faible irrégularité (et donc une occurrence plus faible des années sèches), a fort bien pu se produire à la fin du Bronze Ancien, comme ce fut le cas au moment de l'occupation byzantine de la région.

Le modèle montre donc que l'occupation est mise en difficulté en années sèche. On peut donc faire l'hypothèse d'un climat un peu plus favorable, moins irrégulier, sans qu'il ne s'agisse d'un changement climatique à proprement parler, du moins d'un changement qui soit perceptible par ses conséquences morphologiques.

Les résultats cartographiques de la mise en œuvre permettent également de faire des observations intéressantes. La carte produite pour la valeur médiane (2369 hectares cultivés) permet d'observer les surfaces les plus sûrement mises en culture ; elle est peu différente de la carte « moyenne » (Fig. 7). Mais plus intéressante à cet égard est la carte qu'il est possible de construire en additionnant les 81 cartes des surfaces cultivées (Fig. 11) ; elle montre, d'une certaine manière, la pression agricole exercée par les populations d'alors.

On peut y observer une forte pression dans la partie centrale, dans la partie aval du bassin du wadi al-‘Amur, et, dans une moindre mesure, dans le wadi Qastal. Inversement, l’Est et le Sud-Est de la région sont peu utilisés ; ceci est dû bien sûr à la répartition des sites, l’Est ne présentant que des petits sites à vocation essentiellement pastorale. Mais cela correspond également aux observations de terrain concernant la répartition spatiale des sols érodés ; dégradés, voire fortement dégradés dans les bassins versants des wadis al-‘Amur et Qastal, on les observe en bien meilleur état plus à l’Est. Ainsi, ce résultat viendrait conforter l’hypothèse d’une érosion des sols successive à des labours sur les versants, dès le Bronze ancien. Bien sûr, ce que l’on observe aujourd’hui est aussi le fruit des mises en culture plus tardives, à l’époque byzantine et moderne en particulier. Toutefois, l’accrétion rapide des limons de la *fayda* d’Al-Rawda pendant la période d’occupation du site qui a été observée en stratigraphie peut très certainement être mise en relation avec l’érosion des sols par les labours et le transport des particules fines vers les dépressions orographiques, dont la *fayda* d’Al-Rawda. La pression agricole est, logiquement, d’autant plus forte que la population est importante. Or, la présente évaluation de population montre des effectifs très importants, même dans les cas d’estimation les plus faibles. Plus importants sans doute qu’à l’époque byzantine, en tout cas sans commune mesure avec l’occupation moderne.

Cette même carte (Fig. 11) révèle également un vide relatif de la mise en valeur des terres dans la partie centrale du wadi Qastal, dans un secteur présentant pourtant un fort potentiel agricole. Aucun site de l’époque n’a été repéré en prospection dans ce secteur, introduisant un hiatus dans la régularité des implantations. Ainsi, la carte pourrait révéler, en négatif, la présence d’un site à la hauteur du village moderne de Jub Ayed ; ce dernier pourrait être masqué par le village actuel. Il pourrait également avoir existé à proximité du wadi Qastal et soit être masqué par l’alluvionnement, soit avoir été emporté par l’érosion d’un méandre.

La mise en œuvre du modèle apporte un autre élément à la compréhension du site d’Al-Rawda. Les valeurs de population estimées varient entre près de 3000 et 8000 personnes. Le fait d’obtenir de fortes probabilités d’autosuffisance alimentaire, tout en voisinant la limite, montre que les deux estimations menées de manière indépendante sont cohérentes (pas de

disproportion) venant ainsi se conforter l’une et l’autre. Pour ce qui est de la population à Al-Rawda (là où l’estimation est la plus fiable), les effectifs obtenus, bien qu’encadrés dans une fourchette relativement large (de 1 à 3), sont beaucoup plus importants que ce que l’on aurait pu penser *a priori*. Certes, la carte géophysique est un élément clé qui a permis par ailleurs une étude qualitative permettant de mieux distinguer des fonctions et de qualifier le site de « ville » (GONDET CASTEL 2005 : 95-112), laissant penser à des effectifs de population importants. Mais la présente évaluation, en appui sur les résultats d’un chantier en secteur d’habitat, permet d’obtenir un ordre de grandeur, si tant est que l’on accepte l’hypothèse selon laquelle les maisons fouillées sont représentatives de l’ensemble des unités d’habitation de l’agglomération : 5000 personnes environ vivaient à Al-Rawda à la fin du Bronze Ancien, avec une marge d’erreur d’environ 2000 personnes. La mise en œuvre du modèle a permis cette évaluation qu’il aurait été impossible de réaliser empiriquement. Elle peut paraître peu précise, et elle doit le rester à notre avis, tant la démarche est fragile. Cependant, elle reste exceptionnelle en regard de la connaissance que l’on peut avoir des populations des autres sites de cette époque.

Enfin, les résultats obtenus suggèrent de nouvelles hypothèses quant à l’interprétation du phénomène de front pionnier de cette époque, sur le plan géopolitique. D’une part les effectifs de population de la région étaient importants²⁰. D’autre part, sans éléments de connaissance précis de l’organisation politique, la mise œuvre d’un plan d’urbanisme suggère la présence d’un pouvoir centralisé à Al-Rawda. Ce pouvoir, fort d’effectifs importants, ne pouvait rester dans l’ombre de la steppe, et entraînait nécessairement dans le jeu des acteurs géopolitiques, aux côtés des puissances de l’époque (Ebla, Hama, Mari et peut-être Qatna). Quelle était la nature de ces relations ? Complémentarité, coopération, vassalité, concurrence, conflit ? Les présents résultats, en soulignant la forte probabilité d’indépendance alimentaire, apportent un élément dans cette interprétation, montrant qu’Al-Rawda n’était pas sous la contrainte d’une dépendance à cet égard. Cette interprétation est concordante avec ce que l’on observe des défenses de la ville. Par leur ampleur, leur nature, elles montrent qu’il était vital de se protéger et que les relations avec les voisins étaient potentiellement conflictuelles. Il était donc important, peut être vital, de pouvoir subvenir à ses besoins.

20. La prospection des marges arides conduite par Bernard Geyer au sud et au sud-est d’Alep, qui est à l’origine de la mission d’Al-Rawda, a montré que la steppe syrienne a connu une très forte expansion à la fin du Bronze ancien : plus de 90 sites de cette époque ont été découverts jusque dans la partie orientale de la région prospectée, au-delà des zones réoccupées au XIX^e et XX^e siècle de notre ère (GEYER CALVET 2001 : 60).

Conclusion :

La mise en œuvre du modèle de comparaison de l'offre et de la demande apporte donc une réponse positive à la question de l'autosuffisance alimentaire, avec un degré de confiance assez satisfaisant, bien que les valeurs estimées en entrée soient grossières. À cet égard, les résultats pourraient être affinés, un paramètre restant perfectible : les rendements pourraient être mieux cernés, peut être même en estimant des valeurs par type de milieu, grâce à une enquête auprès des populations locales actuelles. Quelle est la production, sur différents types de surface, les bonnes années et les années sèches ? Cette enquête pourrait également être prolongée pour connaître l'usage qui est fait des céréales. Car, par simplification, on a considéré que la totalité de la production était vouée à la consommation humaine. Or, le bétail a également besoin de fourrage (dans quelles proportions ?) et tout porte à penser que le cheptel de l'époque était important²¹. On peut penser que la part de céréales non disponible pour la population était compensée, sur le plan énergétique, par la consommation des animaux. On considère effectivement que les groupes d'éleveurs consomment moins de céréales que les groupes de cultivateurs²². Le bétail, quant à lui, si des surfaces importantes étaient mises en culture, pouvait paître sur les zones non cultivables (plateaux), ou encore plus à l'Est, au-delà de la ligne d'implantation des sédentaires : le potentiel pastoral y est important, en particulier lors des années humides. Enfin, dans la réalité, une partie du grain doit être soustraite pour tenir compte des pertes, dues aux conditions de stockage et aux insectes notamment, et des semences à garder pour les prochaines récoltes (ROSEN 1986 : 173).

L'estimation du nombre de maisons à 897 maisons *intra muros* sur laquelle nous nous sommes fondés pour évaluer le nombre d'habitants dans la ville antique et dans les villages environnants est sans doute trop haute. Il ne faut pas en effet oublier que « sur un nombre donné d'habitations, quelques unes sont inhabitées ou en ruine, même si elles sont « archéologiquement » contemporaines des autres » (AURENCHÉ 1981 : 99). On se souviendra, par ailleurs, que notre estimation est fondée sur la carte géophysique qui donne une image figée de la réalité et ne nous donne pas accès à « l'épaisseur chronologique ». Cette estimation repose aussi sur la fouille de deux maisons seulement et on ne peut être sûr, bien entendu, que ces unités d'habitation sont représentatives de l'ensemble du site. Du reste, il est vraisemblable que les

maisons des sites environnants disposaient de plus d'espaces dévolus au parage des bêtes notamment qui ne peuvent donc être comptabilisés pour évaluer les surfaces habitables. On sait en effet que plus la densité est forte, moins il y a d'espace par individu et que la densité en milieu villageois ne peut être comparée à la densité en milieu urbain où interviennent aussi des contraintes urbanistiques et environnementales dans la mise en forme de l'espace habité. Enfin, en microrégion, on ne peut oublier que certains sites ne devaient être occupés que temporairement.

Au total, nous avons donc certainement choisi une évaluation haute en ce qui concerne l'estimation de la population qui habitait la région tandis que les estimations de rendements ont été évaluées dans une fourchette volontairement basse : cela donne en effet plus de poids à notre démonstration.

Sur le plan thématique, on a vu que les résultats de la mise en œuvre du modèle et leur interprétation apportaient des réponses, ou tout au moins des arguments à certaines questions, et qu'ils permettaient de formuler de nouvelles hypothèses :

- ils apportent une évaluation des effectifs de population, même si elle reste grossière ;
- ils valident l'hypothèse de l'autosuffisance avec un degré de confiance satisfaisant, même si la preuve formelle ne peut être apportée ;
- ils corroborent les observations d'érosion des sols, et confortent les hypothèses de leurs causes ;
- ils affermissent les interprétations des contraintes de l'aridité sur la mise en valeur (en particulier à l'échelle interannuelle) et les hypothèses de décalage climatique (moins d'irrégularité des précipitations) ;
- ils révèlent une discontinuité dans le semi de sites du wadi Qastal suggérant l'hypothèse de la présence d'un site aujourd'hui invisible ;
- ils permettent de formuler des hypothèses pour alimenter la question géopolitique.

Sur le plan méthodologique, la mise en œuvre s'appuie sur une utilisation du SIG composite :

- elle fait intervenir des analyses spatiales en mode vecteur comme en mode raster ;
- elle exploite des données issues de la fouille, de résultats de prospection géophysique, de l'inventaire de prospection de surface, et de la cartographie des milieux ;
- elle fonctionne à plusieurs échelles : échelle du chantier, de la ville, de la microrégion ;
- enfin, elle fait intervenir des fonctions créées initialement pour d'autres besoins.

21. Dans un tel milieu, il est clair que le pastoralisme reste le fondement de l'économie, hier comme aujourd'hui.
22. Information donnée par Ronald Jaubert que nous remercions ici vivement.

Bibliography

BAITINGER 2007

Baitinger H. – Ein Schuhgefäß der Urnenfelderzeit vom Glauberg, Wetteraukreis (Hessen). *Germania* 85 : 47-59.

BAITINGER, PINSKER 2002

Baitinger H. and Pinsker B. (eds.) – Das Rätsel der Kelten vom Glauberg. Ausstellungskatalog Frankfurt am Main 2002. Theiss, Stuttgart.

BENDER *ET AL.* 1997

Bender B., Hamilton S., Tilley Ch. – Leskernick: Stone Worlds; Alternative Narratives; Nested Landscapes. *Proceedings of the Prehistoric Society* 63 : 147-178.

DEISS *in print*

Deiss B. – Zur Struktur und astronomischen Orientierung der Grabensysteme um die Fürstengrabhügel am Glauberg. In: *Der Glauberg in keltischer Zeit. Zum neuesten Stand der Forschung. Symposium Darmstadt 14.–16.9.2006. Fundberichte Hessen, Beiheft (Wiesbaden 2008, in print).*

EASTMAN 2003

Eastman J. R. – IDRISI Kilimanjaro. Guide to GIS and Image Processing. Clark Labs, Worcester/MA.

EICHFELD 2005

Eichfeld, I. – Die vorrömische Eisenzeit im Landkreis Rotenburg (Wümme). Eine landschaftsarchäologische Untersuchung mit Hilfe von GIS. *Archäologische Berichte des Landkreises Rotenburg (Wümme)* 12. Oldenburg.

GAFFNEY, VAN LEUSEN 1995

Gaffney, V., van Leusen, M. – Postscript–GIS, environmental determinism and archaeology: a parallel text. In: Lock G., Stančić Z. (eds.) – *Archaeology and Geographical Information Systems: A European Perspective* : 367-382. Taylor & Francis, London.

GORENFLO, GALE 1990

Gorenflo L. J. and Gale N. – Mapping Regional Settlement in Information Space. *Journal of Anthropological Archaeology* 9 : 240–274.

GRINGMUTH-DALLMER, ALTERMANN 1985

Gringmuth-Dallmer E., Altermann M. – Zum Boden als Standortfaktor ur- und frühgeschichtlicher Siedlungen. *Jahresschrift für Mitteldeutsche Vorgeschichte* 68 : 339–335.

HERZOG, POSLUSCHNY *in preparation*

Herzog I., Posluschny A. – Tilt – Slope-dependent Least Cost Path Calculations Revisited. *Proceedings 36th Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. Budapest, April 2-6 2008 (in preparation).*

HIVELY, HORN 1984

Hively R., Horn R. – Hopewellian geometry and astronomy at High Bank. *Archaeoastronomy* 7 : 85-100.

KIMMIG 1969

Kimmig W. – Zum Problem späthallstätischer Adelsitze. In: Otto H., Herrmann J. (eds.) – *Siedlung, Burg und Stadt. Studien zu ihren Anfängen* : 95-113. Festschrift P. Grimm. Berlin.

LLOBERA 2001

Llobera M. – Building Past Landscape Perception With GIS: Understanding Topographic Prominence. *Journal for Archaeological Science* 28 : 1005-1014.

POSLUSCHNY 2008

Posluschny A. – From Landscape Archaeology to Social Archaeology. Finding patterns to explain the development of Early Celtic “Princely Sites” in Middle Europe. In: Clark J. T., Hagemester E. (eds.) – *Digital Discovery. Exploring New Frontiers in Human Heritage. CAA 2006 Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. Proceedings of the 34th Conference, Fargo, United States, April 2006 (Budapest 2007)* : 131-141.

SAILE, ZIMMERMANN 1998

Saile Th., Zimmermann A. – Cattle or Crops. Applications of GIS in Central Germany. In: Bietti A. et al. (eds.) – *Theoretical and Methodological Problems. XIII International Congress of Prehistoric and Protohistoric Science U.I.S.P.P. Forlì (Italia) September 8–14 1996. Colloquium II, The Present state of GIS applications and analogous systems in prehistoric archaeology.* pp. 149-158. Forlì, Italy: publisher.

TILLEY 1994

Tilley Ch. – *A Phenomenology of Landscape. Places, Paths and Monuments. Explorations in Archaeology.* Oxford/ Providence.

WHEATLEY, GILLINGS 2002

Wheatley, D., Gillings, M. – *Spatial technology and archaeology. The archaeological application of GIS.* Taylor & Francis, London, New York.

ACI "Spaces and territories" 2005-2007 Archaedyn (contract ET28)

Spatial dynamics of settlement and natural resources :
toward an integrated analysis over the long term from Prehistory to Middle-Ages

Program's financial partners

Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur

Centre National de la Recherche Scientifique

Program's partners

UMR 6249 Chrono-Environnement, Besançon (MSHE C. N. Ledoux)

UMR 5594 ARTeHIS, Dijon (MSH Patrimoine, Espace, Mutation)

UMR 6042 GEOLAB, Clermont Ferrand et EA 1001, CHEC (MSH)

UMR 6130 CEPAM, Nice/Sophia-Antipolis (MSH Nice)

UMR 6173 CITERES, Tours (MSH Ville et territoires)

UMR 6573 Centre Camille Jullian, Aix-en-Provence (MMSH)

UMR 7041 ArScAn, Paris X Nanterre (MAE René Ginouvès)

IAPS, ZRC-SAZU, Ljubljana (Slovénie)

Réseau ISA (Information Spatiale et Archéologie)

Conference's financial partners

Centre National de la Recherche Scientifique

Université de Bourgogne

MSH Dijon (UMS 2739)

MSHE Besançon (USR 3124)

Région Bourgogne

Région Franche-Comté

Ville de Dijon

Conference's organizers

ARTeHIS (UMR 5594)

MSH Dijon (UMS 2739)

Chrono-Environnement (UMR 6249)

MSHE Besançon (USR 3124)

in collaboration with

Université de Bourgogne

Réseau ISA (Information Spatiale et Archéologie)

Conference's sponsors

ESRI France

D3E Electronique

