



ANALELE UNIVERSITĂȚII BUCUREȘTI

G E O G R A F I E

2020

SUMAR • SOMMAIRE • CONTENTS

FLORINA GRECU, MĂDĂLINA TEODOR, CARMEN CAMELIA RĂDULESCU, Geohistory of Cartography of Geomorphological Risks in Romania – General Approach	5
HAMOUDA SAMAALI, Nouvelle perspective pour la cartographie de la dynamique recente des paysages agraires : application aux cultures maraichères et fourragères du PPI de Borj Toumi (nord-est de la Tunisie)	21
SORIN HADRIAN PETRESCU, MARIA HOSU, The Relation between Fluvial Geomorphic Frame and Roman Archaeological Sites Distribution in the Timiș Valley between Caransebeș and Lugoj	53
ABIODUN OLUFEMI ADEBOLA, Integrating Curve Number Flood Model and Gis for Flood Vulnerability Mapping in Niger State	69
CĂTĂLINA MĂRCULEȚ, FLORINA GRECU, SORIN CARABLAISĂ, CRISTINA DUMITRICĂ, Extreme Heating in the Cities of the Romanian Plain. Certainties and Uncertainties about the Factors of Influence	89
ELENA GRIGORE, DANA MARIA CONSTANTIN (OPREA), ELENA BOGAN, FLORINA TATU, The Meaning and Way of Present of the Bio-meteorological Information and Component in the Weather Prognoses	103

MOHAMED ATIK, RACHID NEDJAI, ABDELKADER ABDELLAOUI, BELKACEM BELAL, Modelisation predictive de l'etalement urbain des grandes metropoles du Bassin Mediterranéen sur l'espace agricole : application au secteur oriental de l'agglomeration algeroise	117
MOURAD ZITANI, ABDELKADER ABDELLAOUI, Apports des SIG pour la gestion de la signalisation routière urbaine et le comportement des usagers de la route par rapport aux obligations et informations	139
OLUMIDE DAVID ONAFESO, Analysis of Climate Change Induced Forced Migration in Sub-saharan Africa	153
AMIRA AFRI, BOUBA BENRACHI, La mixite sociale, pour une vie communautaire a travers l'espace public. Cas du Azzaba, Algeria	175
VASILE POPA, OCTAVIAN COCOȘ, RĂZVAN OPREA, An Overview of Electromobility in Romania	193
MANSOURI LAMIA, BOUARROUDJ RADIA, DEBACHE SAMIRA, Lecture du rapport cognitif au patrimoine dans une perspective communicationnelle : decryptage de la dynamique des representations culturelles et leur reception. Cas du centre historique d'Alger	207
ANA-MARIA ROANGHEȘ-MUREANU, AMALIA MIHAELA OGLINDOIU, The Role of Tourism in the Structural Dynamics of an Economic Profile. Case Study: Băile Olănești Resort	231
FLORINA GRECU, Centenar "Geographia Napocensis" – semnificație națională	249

Viața științifică

GABRIEL CAMARA, 3 rd Agriculture and Climate Change Conference, 24-26 March 2019, Budapest, Hungary (19.11.2019)	257
--	-----

<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/1>

GEOHISTORY OF CARTOGRAPHY OF GEOMORPHOLOGICAL RISKS IN ROMANIA – GENERAL APPROACH

FLORINA GRECU¹, MĂDĂLINA TEODOR¹, CARMEN CAMELIA RĂDULESCU¹

Abstract

The main objective of risk research is their identification, mapping and pre-study. The article presents the evolution of the notions defining the extreme phenomena, in close dependence with the development of the geosciences studying them. Terrain cartography and implicitly geomorphological risk phenomena were and are of particular importance for society, taking into account both anthropogenic interventions in the geomorphological landscape and especially their negative effects. In addition, geomorphological hazards are highly dependent on spatial expansion, which leads to the need for their cartographic representations.

Development of risk mapping in Romania highlights concepts:

- mapping processes, landforms, as well as the development of dynamic geomorphology as a science;
- the study of extreme phenomena, their consequences, the mapping of vulnerability, the use of computerized techniques, the legend and the scale, the means used (maps with large and medium scale).

Keywords: risks, hazards, legend, scale, cartography, Romania.

1. Introduction and objectives

The paper presents the evolution of the notions that define the extreme events, in close dependence in the development of the geosciences that study them. The chronological and historical classification is achieved

¹ University of Bucharest, Faculty of Geography, Department of Geomorfologie, Pedologie, Geomatics florinagrecu@yahoo.com, mada.teodor@yahoo.com; carmencameliaradulescu@yahoo.com

by referring both to the bibliography and to the social and applied character of the knowledge in the field. Thus, both geographical and geohistorical and paleo geographic principles of scientific research are pursued. The mapping of the relief and implicitly of the phenomena of geomorphological risk events have had and still have a special importance for the society, considering both the anthropic interventions in the geomorphological landscape and, particularly, their negative effects. In addition, the geomorphological risks have a close dependence on their spatial extension, thus their cartographic representation becoming a real necessity. Hazard and vulnerability maps are a way of spatial evaluation of the hazard from the risk maps.

The cartography, the methodology for elaboration of the geomorphological map, the main instrument of two-dimensional rendering of the three-dimensional forms, imposes to the researcher a good professional training in the fields of general and dynamic geomorphology, topography, legends and scales representations. In addition, the researcher must have the capacity for spatial evaluation of the phenomena (Dramis and Bisci 1998). This capacity is amplified, in the case of the assessment of the vulnerabilities and geomorphological risks, by the ability to reproduce in time the dynamics of these processes.

Geographic mapping and cartography clearly includes the mapping of the topographic surface of the relief, under different aspects (shape, anthropogenic impact, the shape response to this impact etc.). These experienced a gradual evolution, being dependent on the evolution of the sciences, but also on the evolution of geography as a science, distinguishing a beginning stage, an older one, and a second stage, modern. In this context, we mention for the older period, the maps from the XVIth century (*Chorographia Transylvaniae*, 1532, by Johannes Honterius and *Dacia*, 1541, that render all three Romanian countries) and XVIIIth century: *Map of the Romanian Country*, 1700, Padova, Constantin Cantacuzino, *Map of Moldova* accompanying the work *Descriptio Moldaviae* by Dimitrie Cantemir, printed in Hague in 1737 (Victor Sficlea and Ioan Popovici in the Geography of Romania, 1983, vol I). Dimitrie Cantemir's map shows more clearly for the first time, the mountain massifs (Baican 1996). The basis of the later topographic maps is the Austrian military maps, on a large scale, of

which it is worth mentioning Hora von Oetzellowitz's map, 1790, made in hatches, which allows detailed analysis on the relief. Drawing masterpieces during the First World War – 1916 – and the topographic map from 1951-1958 (and later editions) render details of the topographic surface in large and very large scales (Osaci-Costache 2008), being used for diachronic analysis.

2. Risk maps and their importance

Thematic risk maps show the territorial distribution, the dynamics and the evolution of the natural processes established according to the genetic classifications, detailing degree being required by the scale according to the objectives of the study (Figure 1) (Grecu 2002a, 2013, 2016, 2018a, 2018b).

In this matter, we can distinguish:

- partial risk maps (of the risk generated by different processes and phenomena such as: torrentiality, landslides, avalanches, floods, seismic phenomena, sea waves etc.);
- general risk maps (the exposure to the risk of all lands from a limited area, regardless of the process or phenomenon that generates it).

The analysis of the extreme natural phenomena in various stages of development (hazard, vulnerability, risk, disaster) is a part of normal evolution of the natural respectively geomorphological processes (Grecu 1997). In this regard, there is a risk in nature, related to the processes that take place in the environment, or both a physical and human risk (Grecu 1997, 2009, 2016; Paniza 1990; Birkmann 2006, cited in Grecu 2016).

Among the first geomorphological risk maps made in Romania were those oriented towards the natural processes that generate the environmental risk, except the flood maps that targeted the effects on the society and the anthropic environment. Within them, special attention was paid to hazard and vulnerability maps, either as the main objective of the analysis or as obligatory steps in the elaboration of the risk maps.

The general map of the geomorphological risk is carried out in successive stages of research. Being a synthetic one, this map is based on

analytical maps. The detail methodology can be modified, depending on the geographical and geological particularities. These stages are (Grecu 1997):

- analysis of morphodynamic potential and elaboration of analytical maps;
- analysis of geomorphological processes/hazards and map elaboration;
- land vulnerability analysis and map elaboration;
- the regionalization of morphodynamic factors and processes, according to quantitative parameters and mapping in the field;
- the study of risk elements;
- elaboration of the geomorphological risk synthesis map.

Consequently, studies on geomorphological phenomena of risk concern the dynamics of processes, respectively their mapping and regionalization.

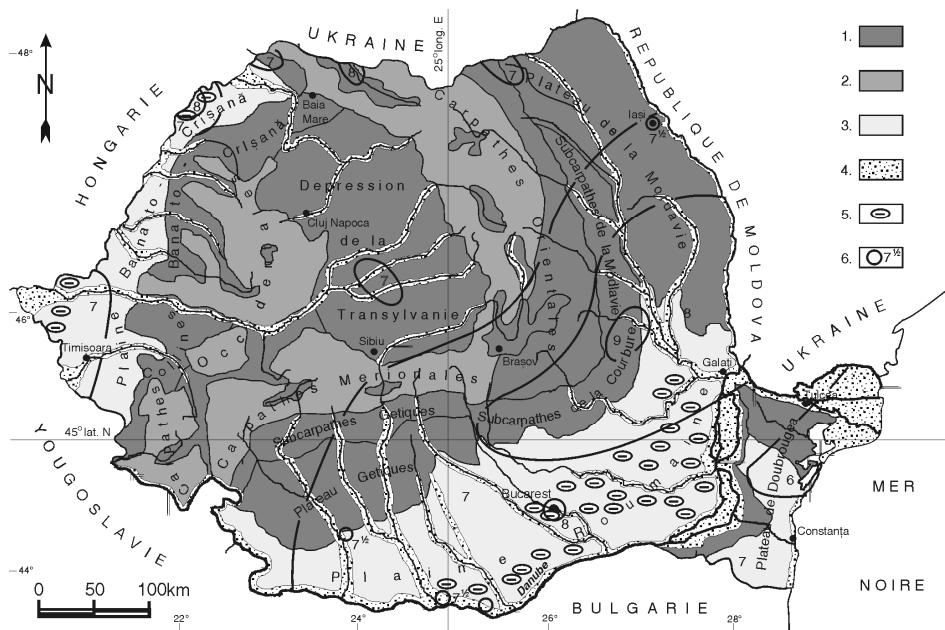


Fig. 1. A the map of the geomorphological risk on a small scale a Romanian territory:

1. high risk; 2. medium risk; 3. low risk; high or very high risk areas at:
4. floods; 5. piping and down-sagging; 6. earthquakes

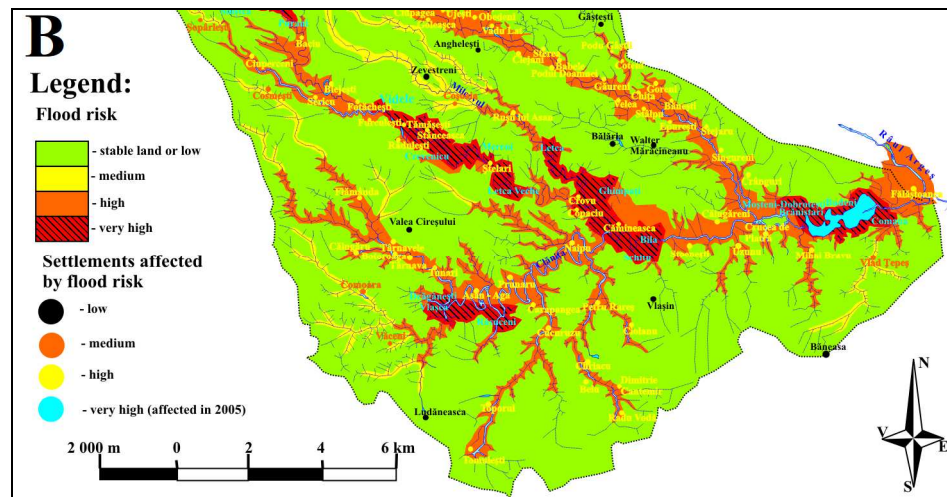


Fig. 1. Vulnerability map medium scale (B) in Romanian Plain (Grecu et al. 2012)

3. Hazard – vulnerability – risk

3.1. Geomorphological hazard map and geomorphological process map legend

An essential feature of the geomorphological hazards is the cohabitation with the pedological ones (which diminishes the quality of the soil) with a long-term effect on the risk elements, by degrading the land (Grecu 2009). As for the frequency of hazards, this is directly related to land degradation. The higher the frequency, although the magnitude decreases, the more surface area and intensity of land degradation increases and the recovery time for agrosilvic uses is longer (Grecu 2018a, 2018c). For the Romanian territory, the occurrence and dynamics of geomorphological hazards are influenced by the geological (structural, petrographic, seismic), climatic (with altitude values), hydrological and anthropic factors. Therefore, the most exposed to geomorphological hazards, especially landslides (Surdeanu 1999; Grecu et al. 2003; Gârbacea 2013) and erosion (Florea 2003), are the units of hills and plateaus (Figure 2).

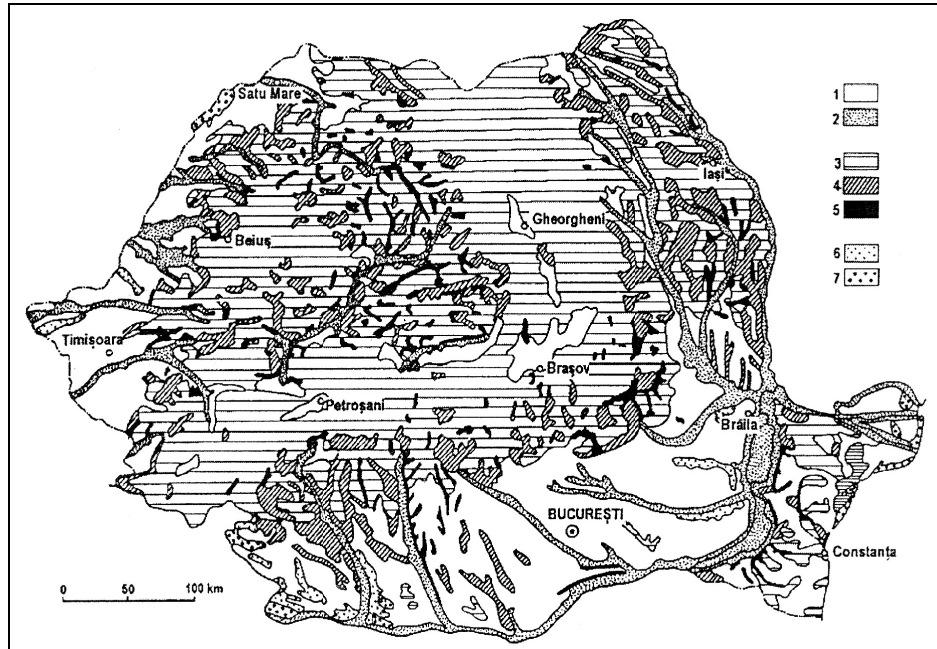


Fig. 2. General map of soil erosion in Romania. Erosion-free lands: 1 without flood risk; 2 flood and alluvial risk; Areas affected by water erosion: 3 low erosion but accelerated erosion risk, 4 moderate strong erosion with accelerated erosion risk, 5 very strong, excessive erosion; Terrains affected by wind erosion: 6 moderately strong erosion at risk with accelerated erosion; 7 very strong, excessive erosion (N. Florea et al. 1999 with modifications, in Grecu 2018a)

3.2. The vulnerability map

The map of vulnerability to *hydrogeomorphological processes* or to hydrogeomorphological hazards is a synthetic map that highlights both the current state of the dynamics of the relief, as well as the tendency of the changes in the analyzed systems, as well as the evolution of the human-environment relations. Being a synthetic map, it is based on analytical maps, elaborated on the basis of quantitative indices (Grecu 1994/1997). Therefore, most vulnerability and / or risk maps are based on in-depth studies carried out either in doctoral theses (see doctoral theses of the last 10 years) or in research projects.

The basic requirement is the mapping of the main factors that influence the dynamics of the hazard, the establishment of the critical values of the dynamics (Grecu 1992, 2003, 2018b; Petrea 1998; Sandu M. and Bălțeanu 2005; Goțiu D and Surdeanu V 2008), as well as their consequences. In case of floods, it is necessary to know the phenomenon from a hydrogeomorphological point of view and therefore the use of the hydrogeomorphological method (HGM) (Masson et al. 1996; Malavoi J.R. and Bravard J.P. 2010; Ballais Jean-Louis et al. 2014). The functional geomorphological units of the functional alluvial plain after the HGM are given for rivers from temperate regions (Cyrile Fleurant et al 2013; Badea et al. 1983), requiring the elaboration of a mapping methodology for the floods for rivers from cold temperate or warm arid climates.

The maps of natural risk to floods are prepared based on studies, according to Law no. 575/2001, which provides in art. 3 (1): „The geographical delimitation of the natural risk areas is based on specific studies and research elaborated by specialized institutions”. Natural risk maps are part of the documentation for spatial planning according to H.G. no. 447/2003 for the approval of the methodological norms regarding the elaboration and the content of the natural risk maps for landslides and floods, in Annex no. 2, chap. I, art. 3.

In Romania, flood maps and vulnerability to floods are based primarily on climate-hydrological data, less on hydrogeomorphological data. This way, the applied characteristic is diminished, the maps do not highlight the form of relief and the use of it. Most flood maps are developed after the occurrence of this phenomenon (Zăvoianu I. and Podani M. 1977; Arnaud-Fassetta et al. 2005).

Regarding the water erosion on the slopes, it was based on the application of the USLE formula (Figure 3) or other models and formulas that can be quantified especially in doctoral works. However, the first maps were based on the data obtained in experimental stations or by applying indirect methods, especially by using the data recorded at the stations and the meteorological and hydrological stations (Grecu et al. 2008, 2012, 2013a, 2013b; Ionita 2000, 2006, 2007; Irimuş 2006; Petrea 1998; Surdeanu 1999; Rădoane et al. 1999; Mărgărint et al. 2013).

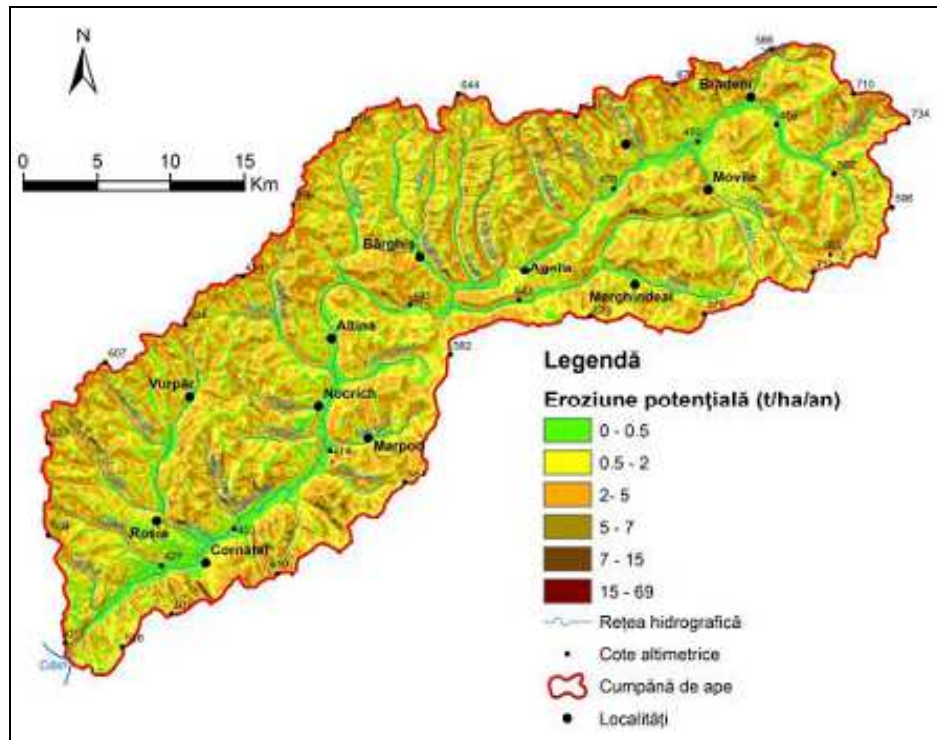


Fig. 3. Map of the potential erosion of the Hartibaciu river basin elaborated on the basis of the USLE formula (Grecu 2013)

3.3. Map of the geomorphological risk of the territory of Romania – small and medium scale

3.3.1. Highlights of the evolution of geographical thinking in Romania

The representation of geomorphological risk on maps is not a recent concern, although the most important achievements belong to the last two decades. The mapping of the geomorphological risk was initially linked to the extreme phenomena with catastrophic effects that produced radical changes in the landscape, losses of human lives and economic damages, such as: volcanic eruptions, earthquakes, large-scale landslides, typhoons, catastrophic floods and others (Rusu 2008; Teodor 2013, 2014, 2015).

Awareness of these phenomena, both from the perspective of causes and especially of the effects, had as purpose the establishment of specialized groups at governmental level and within international organizations and programs.

The importance of risk maps was highlighted by Coteț in a study published in the journal *Terra* (1978).

The first risk maps developed in Romania were made in doctoral theses (Schreiber 1980, 1994; Teodor 2017), or in regions where the authors had detailed research (Balteanu et al. 1989; Grecu 1997, 2002a, 2002b; Grecu et al. 2012; Balteanu et al. 2012; Grecu et al. 2014, 2017; Josan et al. 2004; Voiculescu 2002; Armaș 2006; Sandulache 2010; Driga et al. 2007 etc.). The quantitative method, of evaluating the morphodynamic potential in areas reduced as surface, by numbers or symbols (the method of cartograms with reduced surfaces) (Grecu 1992, 2002; Jurchescu and Grecu, 2015), allowed the map to be elaborated based on the causal factors. The method was subsequently developed through computer programs, each factor / criterion being analyzed and represented by a unique cartography, from which the overall risk map results, by means of the multicriteria method. The methodological norms regarding the elaboration and the content of the risk maps for landslides and floods (Section V – Natural risk areas. Official Monitor 305, Government of Romania HG 447/2003) synthesized the research in the field and imposed a relatively unitary methodology, but which can be neglected depending on the geographic features of the analyzed territory and the author's options.

In Romania, the concerns in the field, initially isolated, were mainly focused on small relief units and having varied methodologies, the most used being the multicriteria method, which is found in the use of the GIS technique, especially in works published in the last two decades. The need for these maps was pointed out by Coteț (1978). Gradually, the risk maps were elaborated especially in the units studied in detail as doctoral theses, without having applied a unitary methodology.

In the last two decades, the elaboration of the risk maps has been the object of some works focused on field research but also on the synchronization with the world research in the field. The risk maps focused almost exclusively on hill and plateau areas, with a large agricultural and habitat potential (Buzău Subcarpathians, Transylvanian

Plateau, Getic Plateau and Subcarpathians, Moldova Plateau), as well as, in part, mountain units. Bogdan and Niculescu (1999) realizes a regionalization of the climatic risk phenomena at country level.

A relatively new trend is the diversification of risk maps, their grouping on several thematic categories, types of scales, according to purpose etc., criteria underlying the classification of the maps.

Due to the complexity of the phenomena it supports in elaboration and which it reproduces by intensity, the map of the exposure to the geomorphological risk is one of the most pragmatic maps, but also more important for the dynamics of the phenomena. Apparently a simple map through the qualitative gradations of the phenomenon, it is revealed as a map that can be compared with the geological or pedological ones, for example, when they are rendered in colors.

Thematically, risk research in Romania was oriented to the following directions, which also include mapping aspects (without being exhaustive):

- theoretical problems regarding the terminology, the methodology of the research of the extreme phenomena;
- environmental risk assessment and analysis, regional studies including mapping of extreme processes;
- analysis of different risk phenomena, vulnerability;
- hazard and risk mapping and mapping; evaluation techniques;
- applicative studies aimed at the degradation of geosites.

3.3.2. The legend

Risk mapping is based on hazard maps/geomorphological processes, vulnerability maps (Figures 4, 5). Therefore, the risk classes are the same as the vulnerability classes and they render the quality, intensity of the phenomenon based on quantitative analysis. In Romania, the geomorphological studies since at the end of the last century approached the risk phenomena within chapters on geomorphological processes and/or chapters with an applicative character (Schreiber 1994; Niacșu et al 2008). Thus, the risk assessment

classes are established according to the main criterion / criteria underlying the analysis of the single vulnerability, in: low risks, medium risks, high risks. In the context of multicriteria analysis, the evaluation classes are diversified into: very low (no risk), low, medium, high and very high (Grecu 2002a, 2002b). In the case of environmental risk, the decomposition is done on environmental components considered in the multicriteria analysis. In the case of the general risk, the impact effects of the risks on the socio-economic activities are taken into consideration. Most of the risk studies for landslides and floods in the last decade take into consideration the criteria provided by the 2003 law, having a unitary character from this point of view and from the point of view of the legend.

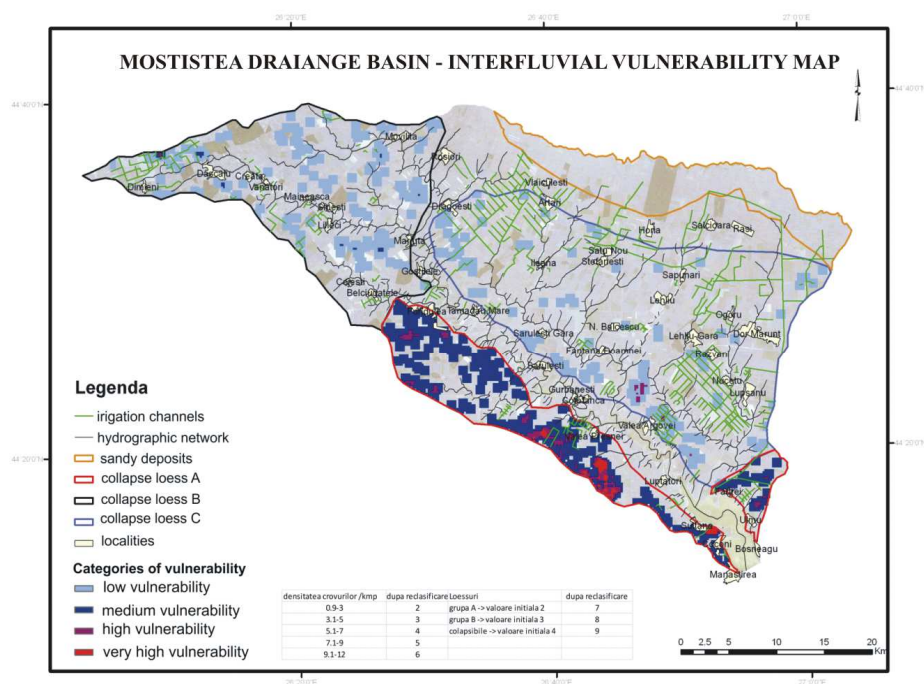


Fig. 4. Map of vulnerability to geomorphological processes in the plains
(Grecu et al. 2013)



Fig. 5. Vulnerability map for the mountain region (Baiului Mountains)
(Teodor 2015)

The map of the geomorphological risk on a small scale (Figure 1A, Figure 2), due to the generalization guard on large spaces, imposes a generalized legend according to the factorial geographical features, as follows: low risk, medium risk, high risk. In areas with low or low general risk, high risk areas may occur at certain hazards. This is the case of the Romanian plain, where high or very high-risk areas occur during earthquakes or floods, on a general low risk area (Figure 1).

4. Conclusions

The forms resulting from the dynamics of the relief, including their quantitative and qualitative aspects, have a special practical importance, imposing the area mapping of the affected territory.

That is why mapping and mapping risk/vulnerability involves mapping the forms and processes that could have a negative effect on the population and the environment.

In Romania the mapping of the geomorphological risk was / is related more to the finding of auxiliary methods dependent on the scale of representation.

Concrete aspects of mapping, of the typology of processes / hazards are a constant concern in the specialized literature.

REFERENCES

- Armaş, I. (2006), Risc şi vulnerabilitate. Metode de evaluare aplicate în geomorfologie. Editura Universităţii din Bucureşti.
- Arnaud-Fassetta, G., E. Cossart, M. Fort, 2005, Hydro-geomorphic hazards an impact of man-made structures during the catastophic flood of June 2000 in the Upper Guil catchment (Queyras, Southern French Alps). *Geomorphology* 66:41-67.
- Ballais, Jean-Louis, Sylvain Chave, Nadia Dupont, Éric Masson et Marie-Josée Penven, 2014, La méthode hydrogéomorphologique de détermination des zones inondables, *Physio-Géo [En ligne]*, Volume 5 | 2011, mis en ligne le 03 janvier 2011, Consulté le 24 juin 2014. URL: <http://physio-geo.revues.org/3307>; DOI: 10.4000/physio-geo.3307.
- Băican, Vasile (1996), *Geografia Moldovei reflectată în documentele cartografice din secolul al XVIII*, editura Academiei Române, Bucureşti, 164 p.

- Bălteanu, D., Dinu, M., Cioacă, A. (1989), Hartile de risc geomorfologic (Exemplificari din Subcarpatii si Podisul Getic, Studii și cercetari geol., geofiz., geografie, geografie, XXXI, 9-13.
- Bălteanu, D., Jurchescu, M., Surdeanu, V. et al (2012), Recent landform evolution in the Romanian Carpathians and Pericarpethian regions. In: Loczy, D., Stankoviansky, M., Kotarba, A. (eds), Recent landform evolution. Springer, The Carpatho-Balkan-Dinaric Region, pp. 249-286.
- Cyril, Fl., Douvient, J., Delahaye, D., 2013, Introduction du numéro thématique: „Hydro-géomorphologie Quantitative”. *Geomorphologie: relief, processus, environnement*, 1:3-6.
- Bogdan, O., Niculescu, E., 1999, Riscurile climatice în România, Institutul de Geografie, București.
- Dramis, F., Bisci, C. (1998), Cartografia geomorfologica, pitagora Editrice, Bologna.
- Coteț, P. (1978), O nouă categorie de hărți, hărțile de risc și importanța lor geografică, *Terra X(XXX)*, 3.
- Driga, B. (ed) (2007), Riscurile naturale din județul Satu Mare. Edit Arvin Press, București.
- Florea, N. (2003), Degradarea, protecția și ameliorarea solurilor și terenurilor. Societatea Națională Română de Știința Solului, București.
- Gârbacea, V. (2013), Relieful de glimee. Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
- Goțiu, D., Surdeanu, V. (2008), Hazardele naturale și riscurile asociate din Țara Hațegului. Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca. Romane, București.
- Grecu, F. (1997), Etapele întocmirii hărții expunerii la risc a terenurilor din bazine hidrografice de deal, *Memoriile Secției Științifice ale Academiei, Ser IV, XVII*, 1994, 307-323.
- Grecu, F. (2002a), Mapping geomorphic hazards in Romania: small, medium and large scale representations of land instability. *Géomorphologie, Relief, Processus, Environnement* 2: 197-206.
- Grecu, F. (2002b), Risk-prone lands in hilly regions: mapping stages. In: Allison R.J. (ed) *Applied geomorphology*. Wiley, Chichester, pp. 49-64.
- Grecu, F. (2009, 2016), *Hazarde și riscuri naturale*, 4/5th edn. Editura Universitară, București.
- Grecu, Florina (2013), Degradarea terenurilor prin eroziune hidrică, *Comunicări științifice, XII, Collegium Mediense III, Mediaș*, 207-211, ISSN 2247-7772, ISSN-L = 2247-7772.
- Grecu, Florina (2018a), Geomorphologic Hazard in Romania. Typology and Areal distribution In *Water Management and the Environment. Case Studies*, ed Martina Zelenakova, Springer International Publ., https://doi.org/10.1007/978-3-319-79014-5_5, 85-99.
- Grecu, Florina (2018b), *Geomorfologie dinamică pluvio-fluvială. Teorie și aplicații*, Editura Universitară, 480 p., 264 figuri, 70 tabele, 503 titluri bibliografice.
- Grecu, Florina, editor (2018c), *Lucrări și rapoarte de cercetare, Centrul de cercetare “Degradarea terenurilor și dinamica geomorfologică”, vol. IV, Natural and antropropic risk*, Edit. Universității din București, 126 p.
- Grecu, Florina, Palmentola, G. (2003), *Geomorfologie dinamică*, Editura Tehnică, București.
- Grecu, F., Ioana-Toroimac, G., Dobre, R. (2008) Précipitations et risques naturels durant la dernière décennie dans le département de Prahova (Roumanie). In: *Actes du XXI^e Colloque de l’Association Internationale de Climatologie*, Montpellier, 9-13 Sept. 2008.

- Grecu, F., Zaharia, L., Ghiță, C., Comănescu, L., Cîrciumaru, E., Albu-Dinu, M. (2012), Sisteme hidrogeomorfologice din Câmpia Română. Hazard – vulnerabilitate – risc. Editura Universității din București, București.
- Grecu, Florina, Ghiță, Cristina, Budileanu, Marius (2013a), *Vulnerability map to hydrogeomorphological processes (Romanian Plain)*, Revista de geomorfologie, vol. 15.
- Grecu, F., Zaharia, L., Ghiță, C. (2013b), Hydrogeomorphological vulnerability in the Romanian Plain. Z Geomorph 57(3): 3-28. <https://doi.org/10.1127/0372-8854/2013/S-00141>.
- Grecu, F., Ioana-Toroimac, G., Constantin (Oprea), D.M. (2014), Le critère pluviométrique Angot dans la détermination de la susceptibilité du terrain aux aléas géomorphologiques en Roumanie. In: Actes du XXVII^e Colloque de l'AIC, Dijon, 2-5 July 2014.
- Grecu, F., Zaharia, L., Ioana-Toroimac, G. et al (2017), Floods and flash-floods related to river channel dynamics. In: Rădoane, M., Vespremeanu-Stroe, A. (eds), Landform dynamics and evolution in Romania. Springer, Cham, pp. 821-844.
- Guvernul României (2003) HG 447/2003 – Norme metodologice privind modul de elaborare și conținutul hărților de risc la alunecări de teren. Section V – Zone de risc natural. Official Monitor 305.
- Ioniță, I. (2000), Geomorfologie aplicată. Editura Universității A.I. Cuza, Iași.
- Ioniță, I. (2006), Gully development in the Moldavian Plateau of Romania, Catena 68: 133-140.
- Irimuş, A. (2006), Hazarde și riscuri asociate proceselor geomorfologice în aria cutelor diapire din Depresiunea Transilvaniei. Editura Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
- Josan, N., Sabău, N.C. (2004), Hazarde și riscuri naturale și antropice în bazinul Barcăului. Editura Universității din Oradea, Oradea.
- Jurchescu, M., Grecu, F. (2015), Modelling the occurrence of gullies at two spatial scales in the Olteț Drainage Basin (Romania). Nat Hazards 79: 1-37. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1981-6>.
- Malavoi, J.-R., Bravard, J.-P., 2010, Elements d'hydromorphologie fluviale, Onema: <http://www.onema.fr/hydromorphologie-fluviale>.
- Masson, M., Garry, G., Ballais, J.-L., 1996, Cartographie des zones inondables. Approche Hydrogéomorphologique. Edit.Villes et territoires, Paris.
- Mărgărint, M.C., Grozavu, A., Patriche, C.V. (2013), Assessing the spatial variability of coefficients of landslide predictors in different regions of Romania using logistic regression. Nat Hazards Earth Syst Sci 13:3339-3355. <https://doi.org/10.5194/nhess-13-3339-2013>.
- Osaci-Costache, Gabriela (2008), Cartografie, Editura Universitară, București.
- Petrea, Dan (1998), Pragurile de substanță, energie și informație în sistemele geomorfologice, Edit Universității din Oradea, Oradea.
- Rădoane, M, Rădoane, N, Ichim, I. et al (1999), Rădenele. Forme, procese, evoluție. Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
- Rusu, C. (ed) (2008), Impactul riscurilor hidro-climatice și pedo-geomorfologice asupra mediului în bazinul Bârladului. Editura Performantica, Iași.
- Sandu, M., Bălțeanu, D. (eds) (2005), Hazardele naturale din Carpații și Subcarpații dintre și Teleajen. Studiu geografic, Editura Ars Docendi, București.
- Săndulache, C. (201...), Hazarde și riscuri naturale în Munții Parâng. Ed Universitară, București.

- Schreiber, W.E. (1980), Harta riscului interventiilor antropice in peisajul geografic al Muntilor Harghita, Studii si cercetari de geologie, geofizica, geografie, Geografie, XXVII, 1.
- Schreiber, W.E. (1994), Munții Harghita. Studiu geomorfologic, Edit. Academiei, Bucuresti, 136 p.
- Sficlea, V., Popovici, I. (1983), In: Badea, L., Băcăoanu, V., Posea, Gr., coord., Geografia României, vol. I, Geografia fizică. Editura Academiei Române, București, pp. 64-187.
- Surdeanu, V. (1999), Geografia terenurilor degradate. Editura Presa Universitară Clujeană.
- Teodor, Mădălina (2013), Geomorphological processes susceptibility assessment using GIS analysis in Ilwis software. Case study: Ialomița Upper Valley (Romania), Revista de Geomorfologie, Nr. 15.
- Teodor, Mădălina, Robert Dobre, Florina Grecu, Ionuț Săvulescu (2014), Vulnerability of the geomorphological processes of new proposed ski areas. Case study: Predeal-Azuga (Romania) resorts in The geomorphology of natural hazards: mapping, analysis and prevention. *Abstract book*, 17th Joint Geomorphological Meeting, Liege 129-130.
- Teodor, Mădălina, Robert Dobre (2015), Relief suitability for developing a macro ski area between Predeal and Azuga resorts, Revista de Geomorfologie, Nr. 17, 2015.
- Teodor, Mădălina (2017), Aplicații GIS pentru proiectarea, dezvoltarea și managementul domeniilor schiabile din România, Editura Universitară, ISMB 978-606-28-0620-0, DOI: 10.5682/9786062806200.
- Voiculescu, M. (2002), Fenomene geografice de risc în Masivul Făgăraș. Editura Brumar, Timișoara.
- Zăvoianu, I., Podani, M. (1977), Les inondation catastrophiques. Revue roumaine de geologie, geophysique, geographie, Serie Geographie, XX.

<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/2>

**NOUVELLE PERSPECTIVE POUR LA CARTOGRAPHIE
DE LA DYNAMIQUE RECENTE DES PAYSAGES AGRAIRES:
APPLICATION AUX CULTURES MARAICHIERES
ET FOURRAGERES DU PPI DE BORJ TOUMI
(NORD-EST
DE LA TUNISIE)**

HAMOUDA SAMAALI¹

This paper aims to map the evolution of land cover and land use in Borj Toumi's PPI for the period 2015-2019 (from May to July). The study examines the aptitudes of irrigation water use in the new environment characterized by "demand management" and its impact on management mode. The methodological approach is inspired by a new cartographic vision based on the use of Sentinel 2A and Landsat 8 / OLI images. The monitoring (intra-annual and inter-annual) and estimation of irrigated plots (vegetable and fodder crops) is based on the calculation and cross-referencing of indicators (NDVI and NDWI) from multi-sensor images. The cartographic and statistical results show that the areas dedicated to market gardening and fodder crops are estimated at nearly 300 hectares for the month of May (2015 and 2016). However, a decline of around 50% is recorded during the month of July (same period). In addition, an average regression rate of around 163.9% for Sentinel images and 124.42% for Landsat images is recorded for the period 2017-2018. A slight increase in irrigated areas is observed for 2019 (watered year). Several factors are behind these fluctuations. However, the weighting factor lies in the application of a specific irrigation water management plan, which manifests itself in the distribution of only 20% of the usual volumes during drought phases.

Keywords: *Mapping, Successions of irrigated crops, Optical multi-sensor remote sensing, Irrigation water management, Borj Toumi PPI.*

¹ Enseignant chercheur, Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis, département de Géographie. Laboratoire: Géomatique des géosystèmes (Géomag), Faculté des Lettres, des Arts et des Humanités, Campus Universitaire, La Manouba, 2010. Mail : samaalihamouda@yahoo.fr

I. Introduction

Grace au projet national de la « réforme agraire », le paysage agricole dans le secteur de Borj Toumi a connu un véritable bouleversement et ce depuis les années "1960". Ce changement se traduit par des modifications dans les pratiques culturales. L'Office de Mise en Valeur de la Vallée de Mejerda (OMVVM) est à l'origine de ce réaménagement des sociétés rurales. Il a en effet, tenté d'assurer une meilleure distribution des terres, à des paysans démunis, dans le but de les reconverter en cultures irriguées intensives. Le choix de l'étude des territoires irrigués se justifie par l'importance accordée à ce secteur en tant que pilier de l'économie nationale. En effet, cette activité agricole présente d'importants enjeux environnementaux (dégradation et érosion des sols, forte consommation des ressources en eau,...) et socio-économiques (rentabilité, valeurs ajoutées à l'économie familiale, incertitude économique, techniques de gestion, spéculation financière,...). En outre, elle renseigne sur les attitudes et les pratiques culturales ainsi que sur la performance des modèles de gouvernance et les modes de gestion des ressources en eau.

Après une première phase de « grande hydraulique » qui encourage l'irrigation (gestion de l'offre), durant laquelle la Tunisie indépendante s'est investie dans la mobilisation des ressources via la réalisation des grands barrages, la nouvelle politique hydraulique, débutée depuis trois décennies, s'est orientée vers "la gestion de la demande". Dans ce cadre, une réforme a été établie au niveau institutionnel et les subventions préférentielles octroyées par l'Etat à l'utilisation de l'eau d'irrigation ont été révisées. Ces changements ont engendré un certain boycott des cultures consommatrices de l'eau, notamment, celles maraîchères et fourragères. C'est dans ce contexte que notre contribution vise à cerner l'impact des nouvelles orientations dans la politique hydraulique agricole sur la nature et le rythme des pratiques culturales. Le secteur de Borj Toumi présente un site favorable à cette étude puisqu'il a subi les effets à la fois de la réforme agraire et des politiques récentes liées à la gestion de l'eau d'irrigation en Tunisie.

L'étude présente une nouvelle vision cartographique basée sur l'utilisation des données spatiales. A ce propos, il s'agit de voir dans quelle mesure, les données satellitaires multi-capteurs peuvent contribuer à

caractériser et suivre l'occupation du sol à l'échelle de la parcelle ? Examiner le potentiel de l'utilisation de l'eau d'irrigation dans la nouvelle conjoncture de gestion et en dépend des allocations disponibles ? Ce travail s'appuie sur une approche méthodologique particulière basée sur des indicateurs et sur le couplage d'images issues de différents capteurs à très haute résolution spatiale (THRS). A cet égard, plusieurs satellites offrent une base d'images gratuites aux utilisateurs et la résolution spatiale des scènes fournies répondent au mieux à la cartographie parcellaire.

La cartographie de la dynamique récente des exploitations agricoles occupées par des cultures maraichères et fourragères se base sur l'utilisation des scènes Landsat8/OLI et Sentinel, niveau 2A et s'intéresse à la période estivale (mai-juillet) de 2015 à 2019. Tout de même, une enquête socio-économique est opérée auprès des agriculteurs de Borj Toumi afin d'optimiser cette recherche et de mettre en œuvre un diagnostic local sur l'état de la gestion et de l'occupation du sol.

II. Le contexte de l'étude

1) Aperçu historique sur la gestion de l'eau d'irrigation en Tunisie

Les agriculteurs des périmètres irrigués ont bénéficié pour une longue période des subventions de l'eau et ont payé des tarifs très faibles. Ceci, fait partie dans une politique qui encourage la production afin de garantir la sécurité alimentaire et faire face à l'exode rural (Belhedi A., 2017). Les grands aménagements hydrauliques animés par l'Etat depuis l'indépendance ont servi de base pour assurer une stratégie qui encourage l'irrigation (Samaâli H., 2019). Cette première phase qui s'étend jusqu'à la fin des années « 1980 » est caractérisée par une gestion communautaire. L'état s'est chargé des grands aménagements et de la gestion de l'eau d'irrigation au moyen des 13 offices de mise en valeur. Les superficies des cultures en irrigués ont alors cru d'une façon remarquable notamment, durant la décennie 1980-1990 (Fig. 1). Avec un taux d'accroissement de l'ordre de 19 % (même période), le secteur privé détient la superficie majoritaire des exploitations agricoles en intensifs.

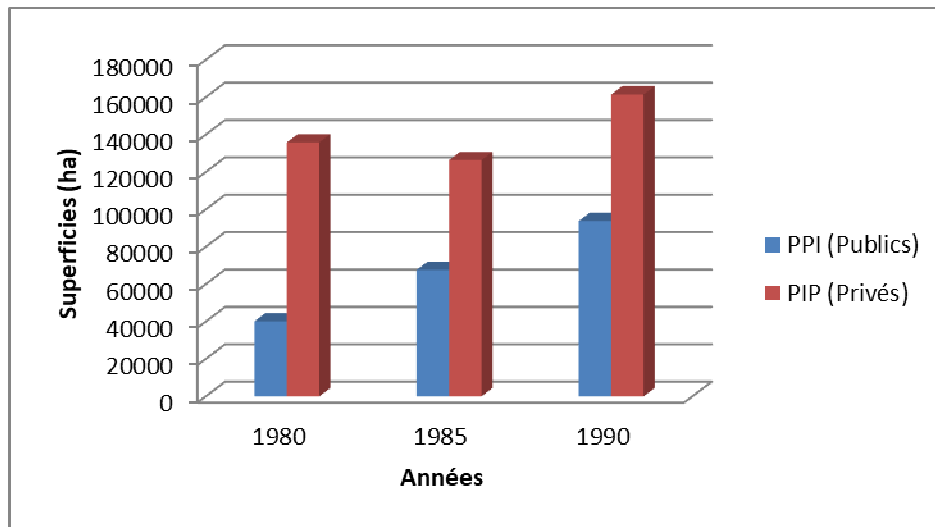


Fig.1. Evolution de la superficie des périmètres irrigués publics et privés en Tunisie entre 1980 et 1990 (Ben Hamouda N, 1999)

A partir des années « 1990 », les anciennes orientations de l'Etat sont immédiatement changées. L'eau est devenue une ressource rare (Nasr J., 2015) et les efforts de mobilisation ont atteint un seuil de saturation. Par conséquent, la nouvelle politique de l'Etat vise une meilleure gestion de l'eau d'irrigation. Dans le cadre de l'application du Plan d'Ajustement Structurel Agricole (PASA), les subventions faites par l'Etat ont été réduites graduellement et ne présentent plus qu'un faible part des allocations de l'eau d'irrigation (Hanafi S., 2011). En revanche, l'Etat tunisien s'est investi dans des programmes d'économie d'eau. En effet, en 1995, le Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques « a mis en œuvre le Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation (PNEEI) qui subventionne les équipements économes en eau d'irrigation (localisée, aspersion et gravitaire améliorée) et concerne maintenant 80% des superficies irriguées » (AFD, 2008). Dans la même optique, d'autres programmes d'économie d'eau ont été lancés (INECO, Projet d'Investissement dans le Secteur de l'Eau PISEAU I et II, économie d'eau 2000, stratégie Eau 2050...). L'objectif était de conserver et d'assurer une meilleure gestion de cette ressource, d'agir par une réforme au niveau des tarifications et de renforcer les législatives de décentralisation. Ce

dernier point, touche à la réforme du cadre institutionnel dans le sens de confier la gestion des PPI à des Associations d'Intérêt Collectif (AIC) et qui se sont évoluent ensuite en Groupements de Développement Agricole (GDA). Ce changement est vécu comme un « désengagement total » de l'Etat de la gestion des périmètres irrigués. Le contexte actuel des GDAs, dénonce un certain déclin et disfonctionnement. Dans ce contexte, le rapport national du secteur de l'eau (www.onagri.nat.tn) affirme qu'en 2017, 56 % des Groupement de Développement Agricole sont considérés comme non-actifs. Ils se heurtent à des problèmes divers tels que :

- Manque d'autonomie.
- Des agriculteurs qui dénoncent des abus de gestion interne au sein des groupements.
- Non-paiement des redevances hydrauliques.
- Endettements envers la Société Tunisienne d'Electricité et du Gaz (STEG).
- Des agriculteurs qui changent leurs attitudes culturelles et boycottent certaines cultures jugées très consommatrices de la ressource en eau.

2) Cadre géographique de la zone d'étude

Le périmètre d'étude se localise dans l'extrémité ouest du Grand Tunis, entre les longitudes 9,43° et 9,46 E et les latitudes 36,45° et 36,48° N (Fig. 2). Il constitue, une zone irriguée à caractère public, instaurée depuis 1966 dans le cadre du programme de réforme agraire animé par l'OMVVM. Le périmètre public de Borj Toumi PPI (Tongar), couvre une superficie de l'ordre de 926 ha et « s'étend sur une plaine alluviale située entre les monts Lansarine et les méandres de l'oued Majerda en amont du delta de Majerda » (Samaâli, H. et Mjejra, M., 2020). Le secteur d'étude présente des pentes faibles et des altitudes qui varient de 43 m à 57 m dans le sud (les environs d'oued Mejerda) et de 74 m à 96 m du côté nord (Jebel Lansarine). La pluviométrie moyenne de ce secteur est comprise entre 400 et 450 mm/an alors que l'ETP de référence est d'environ 1120 mm/an (Hénia, L., 2008).

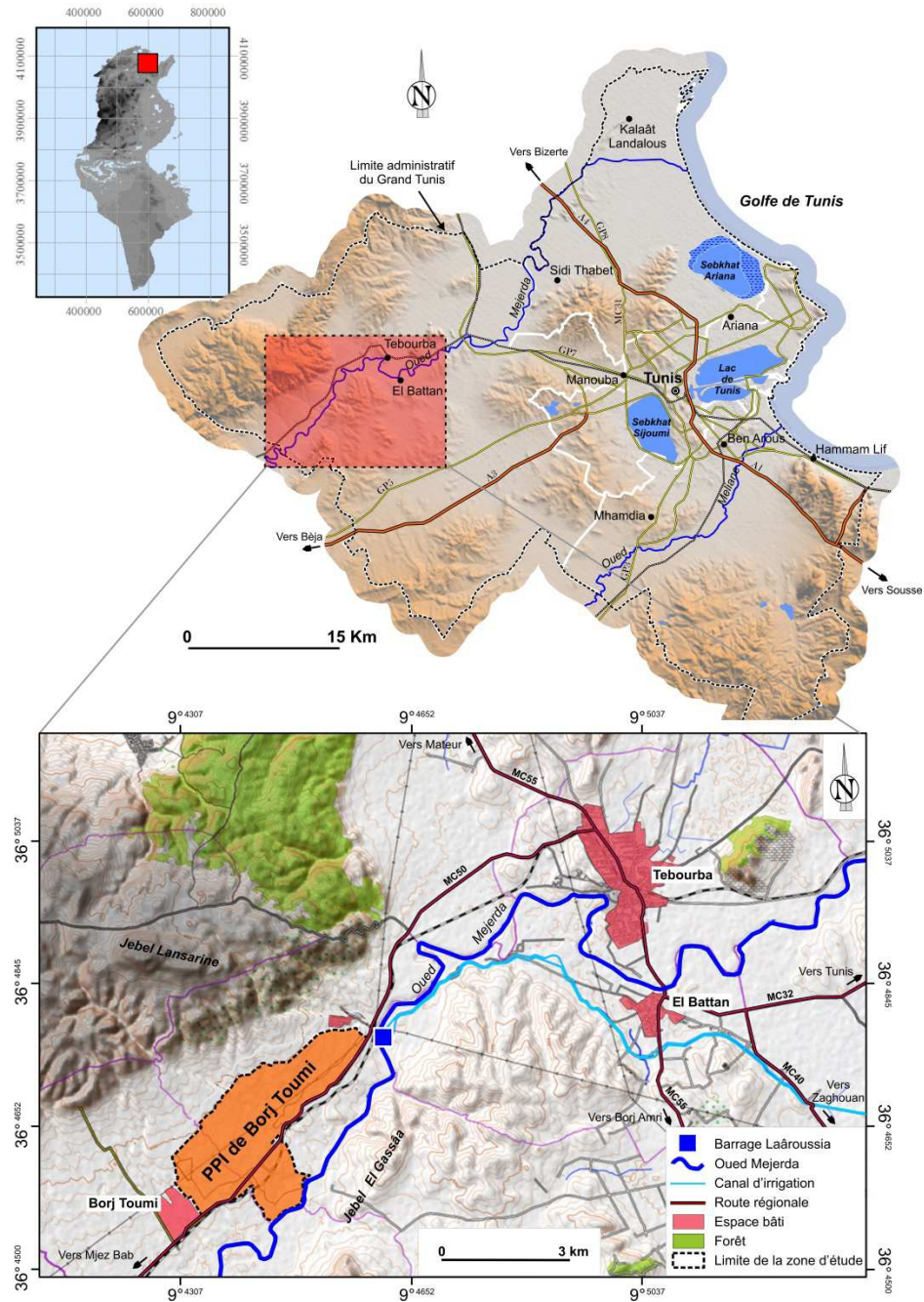


Fig. 2. Localisation et délimitation du secteur d'étude dans le Grand Tunis
(image de fond : Global Mapper, Samaâli, H. et Mjeira, M., 2020 : carte améliorée)

L'irrigation dans ce périmètre est assurée par des prises directes à partir de l'Oued Mejerda (en limitrophe) et par une station de pompage au niveau de barrage Laroussia (Fig. 2). L'irrigation dite « de surface » (gravitaire) domine les modes pratiqués pour une superficie nette de l'ordre de 425 ha, en second rang le mode d'irrigation « sous haute pression » (260 ha), ensuite celui « sous basse pression » (130) (Hanafi, S. et *al.*, 2014). Le plan cadastral du PPI est dominé par des exploitations de faibles tailles (ne dépasse pas 7 ha), à l'exception d'un seul agriculteur et de deux sociétés de mise en valeur qui possèdent des exploitations varient de 80 ha à 180 ha (Hanafi, S. et *al.*, 2014). Rappelons ici que ces exploitations agricoles sont mises en valeur pour pratiquer essentiellement, les cultures maraîchères, fourragères, l'arboriculture fruitière et avec des fréquences faibles pour les céréales.

III. Une approche méthodologique particulière

1) Études antérieures sur la cartographie par télédétection des zones irriguées

Des expériences récentes ont montré l'avantage et la performance de l'utilisation de la télédétection en tant qu'un outil privilégié pour l'étude des cultures irriguées. Nous citons, quelques études qui ont significativement orienté les choix des satellites et qui ont montré des résultats encourageants. Certes, l'étude de Toomanian, N. et *al.* (2004) a travers laquelle les auteurs ont exploré des séries temporelles d'images NOAA pour identifier, estimer et cartographier les superficies irriguées au niveau du bassin versant de "Zayandeh Rud" (Iran). Cette étude se base sur la comparaison des classifications supervisées effectuées aux images et s'appuie aussi sur l'indice de "potentiel irrigation efficace". Malgré la faible résolution des images utilisées (1,1 km²), leurs résultats ont montré un accroissement de la superficie irriguée entre 1995 et 1999.

Par ailleurs, l'étude faite par Velpuri, N. et *al.*, (2009) et qui a démontré l'influence de la résolution spatiale des capteurs sur l'estimation des surfaces irriguées. Le travail est fondé sur l'utilisation d'une approche multi-capteurs issus de différents satellites, à savoir

NOAA (AVHRR) avec une résolution de 1100 m, TERRA (MODIS) avec une résolution spatiale de 500 m et de 250 m ainsi que le satellite LANDSAT (ETM+) avec une très haute résolution spatiale (30 m).

Dans ce même contexte, une autre étude a été réalisée par Traoré, F. et *al.*, (2012) pour le bassin versant de Kou (Burkina Fasso). L'approche méthodologique suivie pour estimer les zones agricoles irriguées s'appuie sur l'utilisation des images Landsat à très haute résolution spatiale (30 m). Elle est basée sur la comparaison des classifications supervisée par maximum de vraisemblance ainsi que la comparaison des séries d'indices de végétation normalisé (NDVI). L'évaluation des résultats par la matrice de confusion ou par le coefficient Kappa a donnée des résultats encourageants.

L'étude faite par Lamhamedi, B.E. et *al.* (2017), repose aussi sur l'utilisation des images de type THRS (Landsat 8) afin d'extraire automatiquement les zones irriguées dans la région de Gharb (Maroc). L'approche méthodologique proposée, ici, s'appuie sur l'utilisation de trois paramètres :

- Classification par règles de décision sur les statistiques de l'NDVI annuel.
- Classification par règles de décision sur les températures et les différences des NDVI.
- Classification supervisée par méthode de « Plus Proche Voisin ».

En dépit de difficultés rencontrées (différence de taille des parcelles, différents états de cultures pratiquées,...), les résultats obtenus ont montré l'apport de cette nouvelle approche.

D'autres projets sont en cours notamment celui de « irriga-detection » coordonné par Samuel Corgne pour le site expérimental Berambadi en Inde (2017-2020). L'objectif principal de ce travail est la cartographie des cultures irriguées à une échelle parcellaire et à une échelle intra-annuelle à partir d'une série d'images radar et optique (sentinel-1 et sentinel-2) à haute résolution spatiale et temporelle (<http://letg.cnrs.fr/auteur38.html>).

Les expériences et les études faites à l'échelle internationale sont nombreuses et les approches suivies sont assez riches pour on déduire une approche particulière basée sur l'utilisation des indicateurs et sur le couplage d'images issues de différents capteurs afin de répondre à notre problématique.

2) Capteurs et indicateurs choisis

Ce travail s'inscrit dans l'approche cartographique multi-sources pour caractériser et retracer l'occupation du sol et ses changements. La méthodologie adaptée pour suivre les campagnes agricoles s'appuie sur des indicateurs issus des images satellitaires multi-capteurs. L'estimation par télédétection des superficies irriguées selon une approche multi-échelles fait partie des objectifs primordiaux de ce travail. L'étude s'intéresse à la période de « 2015-2019 ». Un choix technique s'explique par l'utilisation des nouvelles images optiques améliorées des satellites Sentinel, niveau 2A et Landsat 8/OLI (tableau 1). Ce choix temporel vise, sans doute, à mieux cadrer les rotations agricoles exercées dans le PPI de Borj Toumi.

Tableau 1

Les caractéristiques des images satellitaires utilisées

	Satellite	Date d'acquisition	Bandes utilisées	Résolution finale	Nébulosité
Mai 2015	Sentinel 2A	11-05-2015	4-8-8a-11	10 m/20 m	Faible
	Landsat 8/OLI	14-05-2015	4-5-7- (8)	15 m	Faible
Juillet 2015	Sentinel 2A	09-07-2015	4-8-8a-11	10 m/20 m	Faible
	Landsat 8/OLI	01-07-2015	4-5-7- (8)	15 m	Faible
Mai 2016	Sentinel 2A	12-05-2016	4-8-8a-11	10 m/20 m	Faible
	Landsat 8/OLI	16-05-2016	4-5-7- (8)	15 m	Faible
Juillet 2016	Sentinel 2A	17-07-2016	4-8-8a-11	10 m/20 m	Faible
	Landsat 8/OLI	19-07-2016	4-5-7- (8)	15 m	Faible
Mai 2017	Sentinel 2A	04-05-2017	4-8-8a-11	10 m/20 m	Faible
	Landsat 8/OLI	03-05-2017	4-5-7- (8)	15 m	Faible
Juillet 2017	Sentinel 2A	22-07-2017	4-8-8a-11	10 m/20 m	Faible
	Landsat 8/OLI	29-07-2017	4-5-7- (8)	15 m	Faible
Mai 2018	Sentinel 2A	22-05-2018	4-8-8a-11	10 m/20 m	Faible
	Landsat 8/OLI	16-05-2018	4-5-7- (8)	15 m	Faible

Juillet 2018	Sentinel 2A	13-07-2018	4-8-8a-11	10 m/20 m	Faible
	Landsat 8/OLI	06-07-2018	4-5-7- (8)	15 m	Faible
Mai 2019	Sentinel 2A	17-05-2019	4-8-8a-11	10 m/20 m	Faible
	Landsat 8/OLI	12-05-2019	4-5-7- (8)	15 m	Faible
Juillet 2019	Sentinel 2A	22-07-2019	4-8-8a-11	10 m/20 m	Faible
	Landsat 8/OLI	16-07-2019	4-5-7- (8)	15 m	Faible

(Source: <https://www.usgs.gov/>)

L'impact et l'effet des nuages sur les longueurs d'ondes du visible et du proche infrarouge (optique), expliquent le recours à la période estivale (mai et juillet pour les images). En même temps, c'est au cours de cette période que l'irrigation est fictive notamment pour les cultures maraichères de la saison et les cultures fourragères (Fig. 3). Le choix de cette période est justifié encore par « *l'indice cultural* » ou « *le coefficient cultural* (K_c) » en tant qu'un indicateur sur le rendement et les besoins d'eau de la plante tout au long de la phase de croissance (Fig. 3). Ainsi, les valeurs les plus élevées du K_c pour les quelques spéculations présentées (sauf pour l'olivier, qui supporte le stress hydrique) sont observées pendant la période de stress hydrique en Tunisie. La croissance de ces variétés cultivées est assurée donc par l'irrigation.

Des opérations de recalage spatial (sous le référentiel spatial UTM, Carthage-zone 32 Nord) et d'extraction de la zone d'étude sont effectuées aux images sous le logiciel de SIG ArGis 10.3®. Dans l'objectif de trouver une base commune pour la comparaison des scènes, toutes les images sont converties en réflectance (Chander et *al.*, 2003, 2009 in Traoré, F. et *al.*, 2012). Cette calibration est effectuée sous l'environnement Envi 5.3 grâce aux nouvelles fonctionnalités présentées (Jaziri, B., 2020). Afin de redéfinir la résolution spatiale des pixels, des opérations de « pancharpping » ont été effectuées aux images Landsat 8/ OLI (Fig. 4). Cette opération consiste à redimensionner les pixels en passant de 30 m à 15 m grâce à la huitième bande spectrale qui se situe dans la région spectrale « visible » (0.503 μ m – 0.676 μ m).

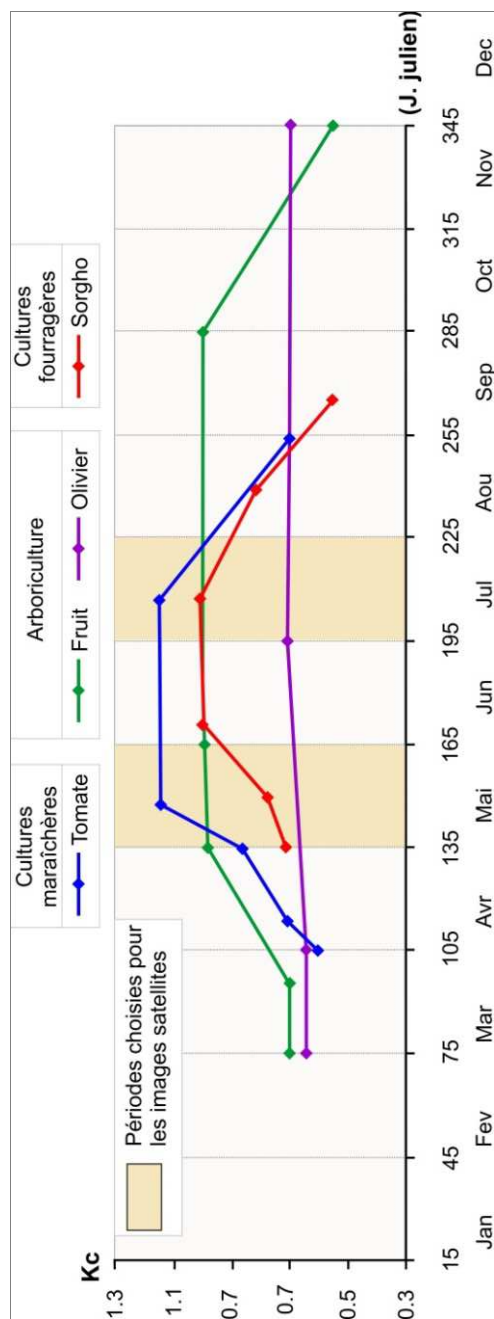


Fig. 3. Coefficients cultureux (Kc) de quelques spéculations cultivées dans le PPI de Borj Toumi (Allen, R.G. et *al.*, 1998 ; CRDA de la Manouba 2018 et enquête personnelle)

La lecture de la dynamique des parcellaires agricoles s'est faite par une approche qui s'appuie sur l'utilisation de deux paramètres :

➤ **Classification par règles de décision sur les statistiques de l'indice NDVI** (*Normalized Difference Vegetation Index*) qui permet de mettre en exergue la végétation pour les périodes retenues (mai et juillet). Différemment à l'arboriculture qui se caractérise par un effet de retardement dans la réponse de l'activité photosynthétique (Jaziri B. et al., 2018), les cultures fourragères et maraîchères ont une réponse presque immédiate (augmentation des valeurs de l'NDVI) en cas d'irrigation. L'indice de végétation se calcul selon l'équation suivante :

$$\text{NDVI} = (\text{PIR}-\text{R}) / (\text{PIR}+\text{R}) \text{ soit, } (\text{B5}-\text{B4}) / (\text{B5}+\text{B4})$$

(En cas d'images Landsat8/ OLI)

$$\text{NDVI} = (\text{PIR}-\text{R}) / (\text{PIR}+\text{R}) \text{ soit, } (\text{B8}-\text{B4}) / (\text{B8}+\text{B4})$$

(En cas d'images Sentinel/ 2A)

Avec,

PIR : Bande proche infrarouge.

R : Bande rouge.

L'indice de végétation varie entre "1" (végétation en pleine activité chlorophyllienne) et "-1" (autres types d'occupation du sol). Généralement, les valeurs qui sont > 0.1 , indiquent la présence d'une végétation plus au moins dense, alors que les valeurs < 0 , témoignent sur l'absence de végétation ou sur la présence de l'eau. D'après White (1996, in Traoré, F. et al., 2012), « une discrimination peut être faite entre végétation naturelle et cultures en utilisant une limite inférieure de NDVI de l'ordre de 0.4, qui sépare le groupe des herbes et arbustes du groupe des cultures ».

Le calcul de l'NDVI est effectué sous le logiciel Arc Gis. Ce dernier affiche les résultats sous format raster avec des valeurs groupées par classes. Afin de faire une discrimination entre les zones « végétatives » et celles « non végétatives », une reclassification (basée sur une reconnaissance

automatique par le logiciel) a été opérée aux valeurs de l'NDVI. Ainsi, le raster obtenu se présente en deux plages :

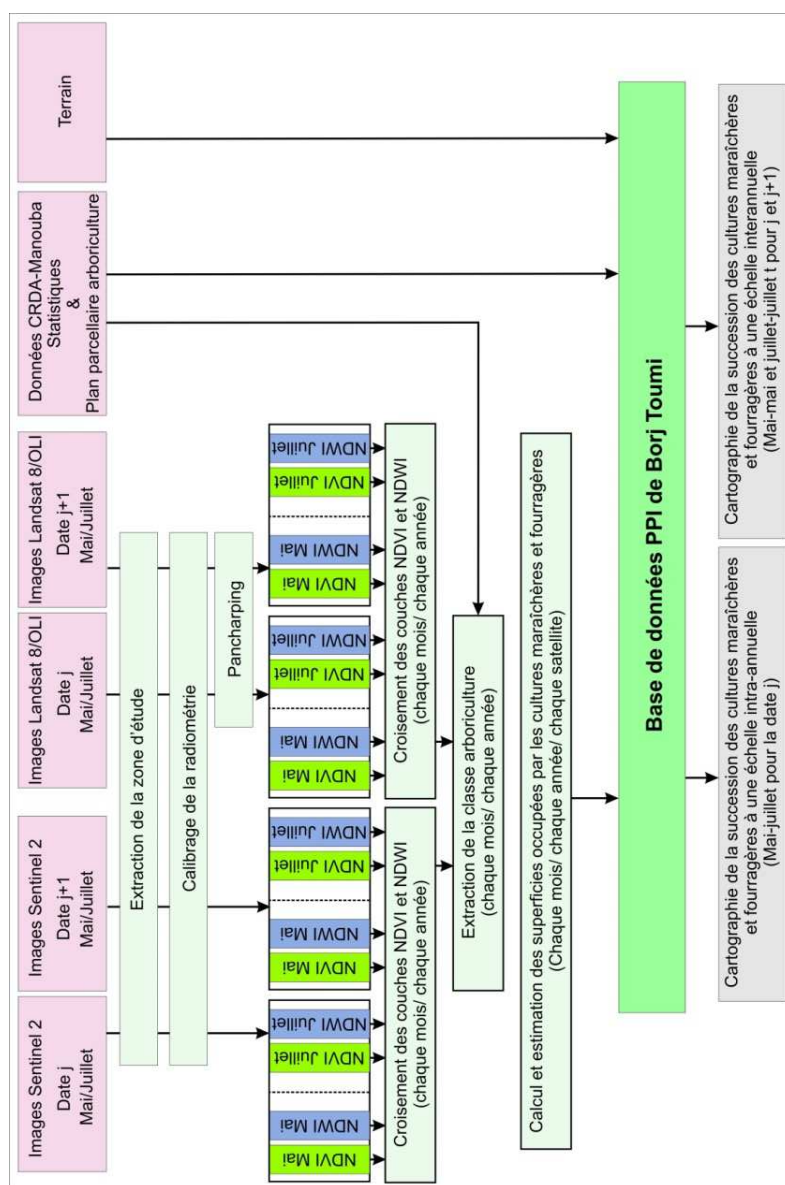


Fig. 4. Approche méthodologique utilisée pour l'étude de la succession des cultures maraichères et fourragères à une échelle intra-annuelle et interannuelle entre 2015 et 2019 dans le PPI de Borj Toumi

- Une première, pour les zones « végétatives » (arboricultures, cultures maraichères et cultures fourragères) avec des valeurs inférieures qui varient entre **0.1** et **0.4** (couleur vert, Fig. 6)
- Une deuxième, pour les zones « non végétatives » (friches, labours, grandes cultures sèches...) avec des valeurs inférieures à **0** (couleur jaune).

➤ **Classification par règles de décision sur les statistiques de l'indice NDWI (*Normalized Difference Water Index*)** qui permet d'identifier les surfaces ayant une forte teneur en eau et qui renseigne entre autres sur les cultures irriguées. L'indice de la teneur en eau se calcul selon la formule suivante.

$$\text{NDWI} = (\text{PIR}-\text{MIR}) / (\text{PIR}+\text{MIR}) \text{ soit, } (\text{B5}-\text{B7}) / (\text{B5}+\text{B7})$$

(En cas d'images Landsat8/ OLI)

$$\text{NDWI} = (\text{PIR}-\text{MIR}) / (\text{PIR}+\text{MIR}) \text{ soit, } (\text{B8a}-\text{B11}) / (\text{B8a}+\text{B11})$$

(En cas d'images Sentinel/ 2A)

Avec,

PIR : Bande proche infrarouge

MIR : Bande moyen infrarouge

L'indice NDWI, permet d'effectuer un suivi régulier sur l'état hydrique des zones végétatives (Gao, B.-C., 1996). Il varie de "-1" (teneur en eau négatif avec une sécheresse sévère), à "1" (bonne humidité). En effet, la structure interne des feuilles et la matière sèche influencent nettement la réflectance dans la bande PIR. Quant à celle de MIR, elle reflète les changements de la teneur en eau et la structure spongieuse de la mésophile, d'où, une valeur plus faible de la bande MIR et qui reflète une teneur en eau élevée (<http://www.quadratic.be>). Par ailleurs, la combinaison des deux bandes PIR et MIR soustrait d'éventuelles variations dues à la structure interne des plantes et à la matière sèche.

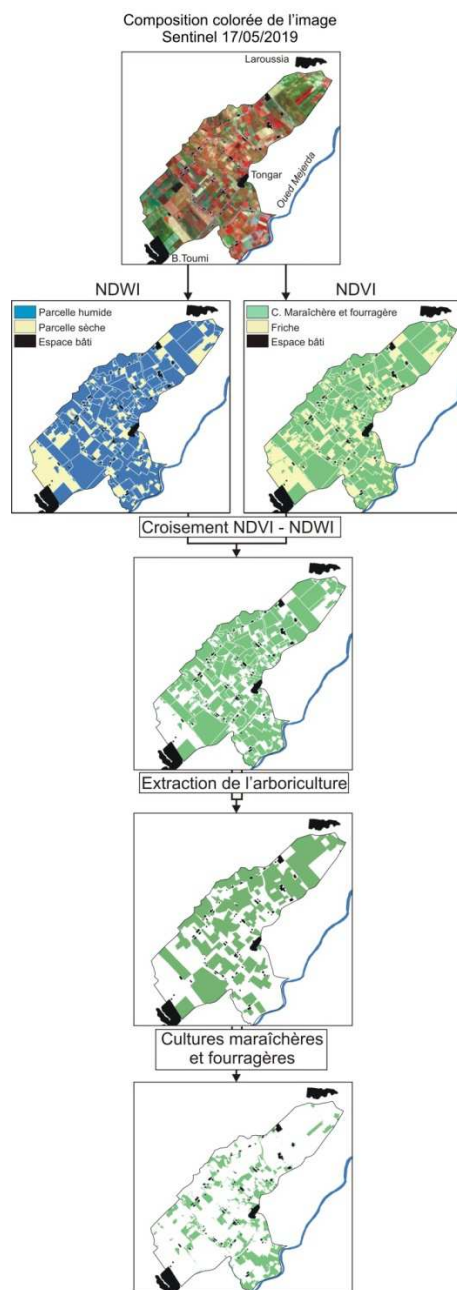


Fig. 5. Calcul des indices NDVI et NDWI et extraction des superficies réservées
aux cultures maraîchères et fourragères
(exemple appliqué à l'image Sentinel-2 du 17/05/2019)

L'utilisation de l'indice NDWI en dehors de la saison pluvieuse témoigne fortement sur les exploitations irriguées et/ou sur les champs les plus actifs photosynthétiquement (NDVI élevé). En effet, pendant la saison estivale (essentiellement le mois de juillet) des corrélations fortes peuvent être observées entre l'indice NDWI et NDVI, ceci dit que les parcelles agricoles les plus humides sont celles photo-synthétiquement les plus actives (<http://www.quadratic.be>). En contrepartie, il faut signaler que pour certains arbustes la réponse photosynthétique est très tardive par rapport à la période d'arrosage, d'où, une corrélation faible entre les indices. Dans ce même contexte et pour certaines cultures, une valeur plus élevée de l'NDVI correspond parfois à un NDWI faible. En réalité, les parcelles agricoles les plus actives (NDVI) assimilent l'eau plus rapidement que celles les moins actifs.

Le calcul de l'NDWI est réalisé également sous le logiciel Arc Gis (raster calculator). Une reclassification (basée sur une reconnaissance automatique par le logiciel) a été opérée aux valeurs de l'NDWI. Ainsi, on a obtenu deux classes raster :

- Une première, pour les parcelles « humides » (couleur bleu, Fig. 5).
- Une deuxième, pour les parcelles « sèches » (couleur jaune).

Afin de mieux discriminer les zones végétatives, éliminer les pixels mal affectés par le logiciel pour la classe « végétative » et la classe « humide », on a croisé ces deux couches raster par l'outil d'analyse d'image « difference » (Fig. 5). Les résultats sont par la suite reconvertis en fichier de forme (vecteur). L'estimation des superficies dédiées aux cultures maraichères et aux celles fourragères est réalisée par la soustraction de la superficie de l'arboriculture (qui reste pratiquement la même entre 2015 et 2019) et obtenue déjà à partir d'un fichier de forme (fichier vecteur) réalisé par le Commissariat Régional de Développement Agricole (CRDA) de la Manouba. Les résultats cartographiques obtenus ont servi pour suivre de près les successions culturales à une échelle intra-annuelle, interannuelle et parcellaire (Fig. 6 et 7).

Beaucoup d'informations ont été également recueillies sur le PPI de Borj Toumi, grâce à une enquête² réalisée en mai et en juillet 2018.

² L'enquête réalisée fait partie d'une étude qui vise à diagnostiquer, cartographier et construire une typologie pour les périmètres irrigués du bassin versant de Mejerda.

L'enquête concerne une centaine d'agriculteurs et les questionnaires touchent aux pratiques agricoles, à la succession culturale, la source d'eau utilisée ainsi qu'à la technique d'irrigation adoptée.

IV. Résultats et discussions

1) L'évolution intra-annuelle des cultures maraîchères et fourragères

L'interprétation visuelle des résultats cartographiques (Fig. 6 et 7), et des statistiques (Fig. 8) relatives aux superficies irriguées, issus des images Sentinel et Landsat nous ont permis de déduire les idées suivantes :

➤ ***Le satellite Sentinel-2A*** : Les superficies dédiées aux cultures maraîchères et fourragères pour le mois de mai (2015-2016) sont estimées à près de 300 hectares (Fig. 6 et 8). Une régression de l'ordre de 108.8%, de 87.52% et de 86.51% des superficies cultivées entre le mois de mai et de juillet est observée respectivement pour 2015, 2016 et 2019. Cette évolution négative est expliquée en grande partie par le fait que beaucoup de produits agricoles ont été déjà récoltés durant le mois de juin, ainsi que par la question de la gestion d'utilisation des ressources en eau (enquête personnelle).

➤ ***Le satellite Landsat 8/OLI*** : Les superficies occupées par des cultures maraîchères et fourragères pour les mêmes périodes (mai-juillet/2015-2016), sont assez inférieures à celles obtenues à partir des images Sentinel (Fig. 7 et 8). Les résultats statistiques issus des images Sentinel et Landsat, relatives au mois de mai 2016, montrent un écart d'estimation qui a atteint près de 80 hectares. Ceci peut-être justifié par la résolution spatiale (10 m pour le Sentinel et 15 m pour Landsat après le pancharping) qui influence le degré de précision des calculs effectués sur les images.

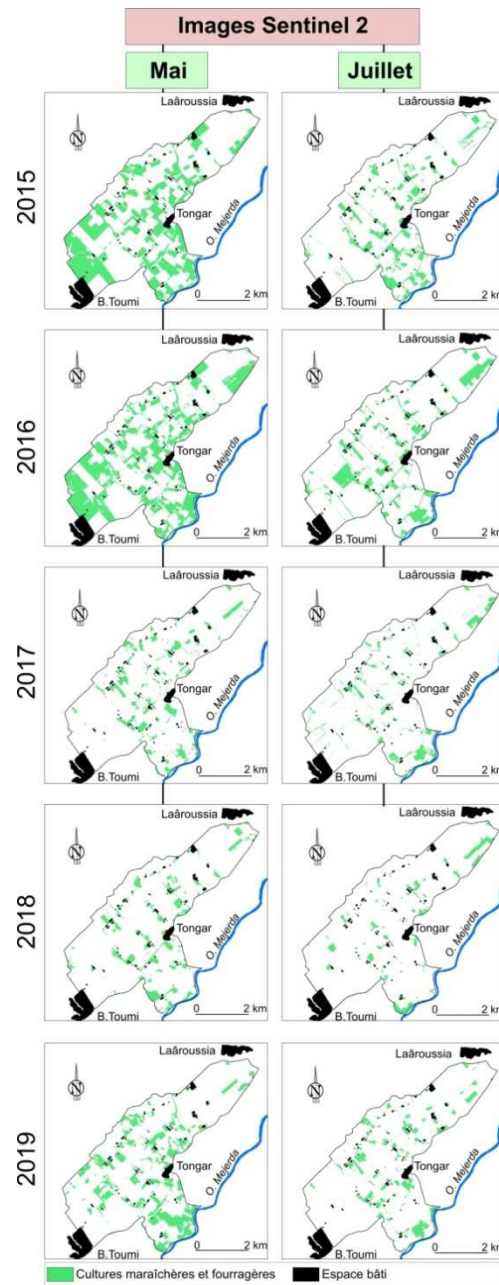


Fig. 6. Répartition spatio-temporelle des cultures maraîchères et fourragères issue des images Sentinel-2 à Borj Toumi entre 2015 et 2019 (la cartographie a été réalisée par le biais d'ArcGis)

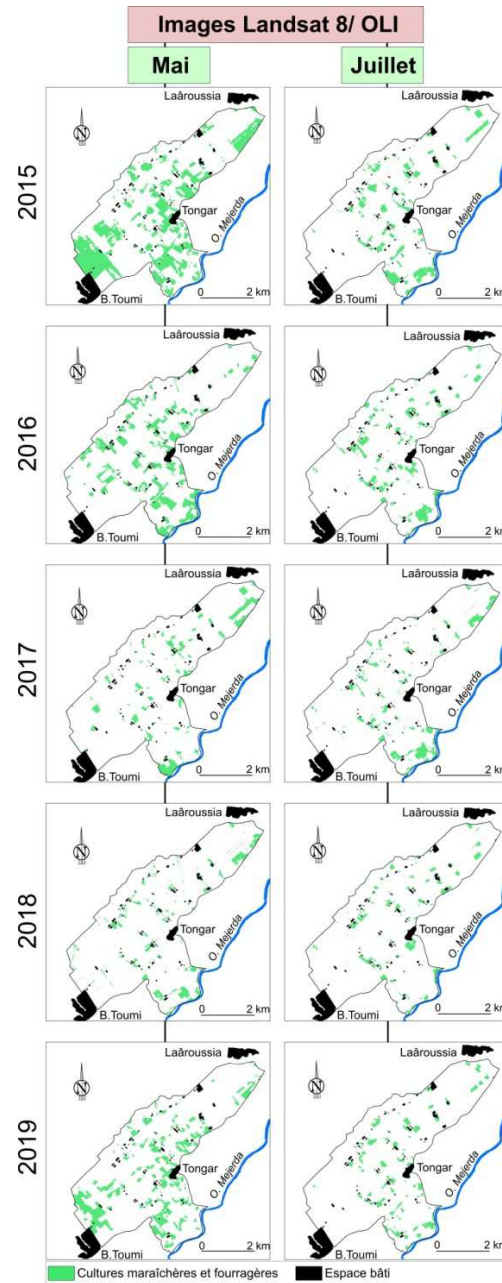


Fig. 7. Répartition spatio-temporelle des cultures maraîchères et fourragères issue des images Landsat/OLI à Borj Toumi entre 2015 et 2019 (la cartographie a été réalisée par le biais d'ArcGis)

On rajoute que les résultats obtenus à partir des images Sentinel ressemblent beaucoup aux estimations du CRDA de la Manouba (une similitude de près de 88 %). Les superficies occupées par les cultures irriguées (hors l'arboriculture) sont pratiquement les mêmes pour les mois de mai et de juillet (2017 et 2018) pour les deux satellites.

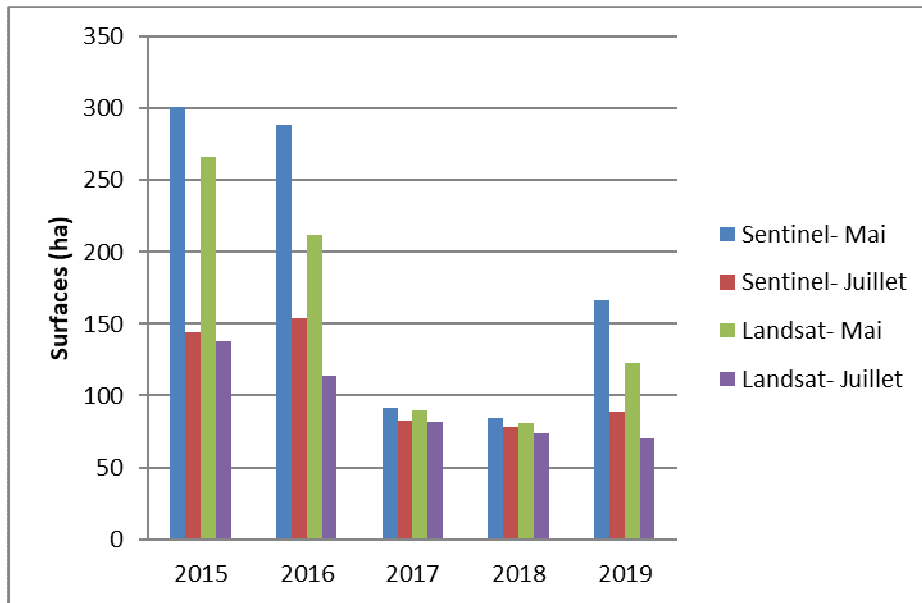


Fig. 8. Evolution des superficies occupées par les cultures maraîchères et fourragères à Borj Toumi entre 2015 et 2019 (calculs effectués via ArcGis)

2) Successions des cultures maraîchères et fourragères à l'échelle interannuelle

A travers les résultats cartographiques et statistiques (Fig. 6, 7 et 8) nous constatons que la superficie des aires exploitées et irriguées par les eaux de Barrage Laroussia en 2017 et 2018 (mai et juillet) ont enregistré une nette régression (dans les images issues des deux satellites) et ce, par rapport aux années précédentes (2015 et 2016).

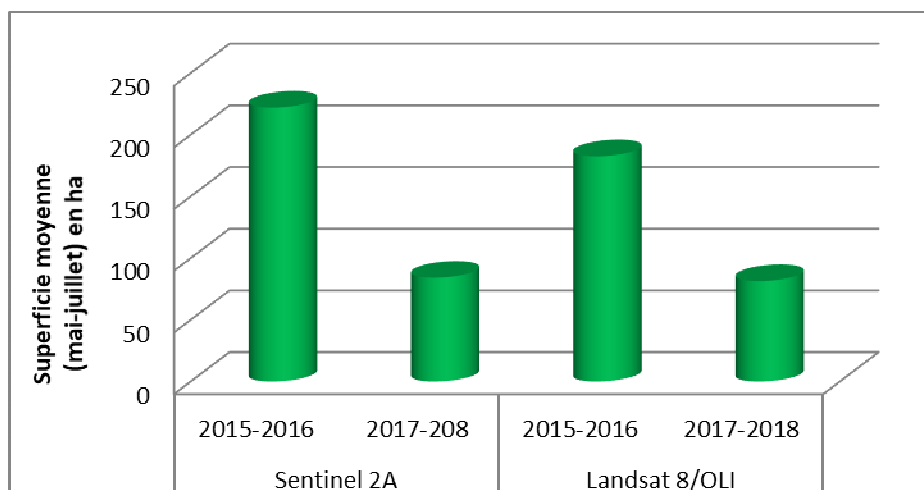


Fig. 9. Evolution des superficies moyennes (mai et juillet) réservées aux cultures maraîchères et fourragères calculées à partir des images Sentinel-2A et Landsat 8-OLI pour la période 2015-2016 et 2017-2018 (calculs effectués par ArcGis)

Le calcul des superficies moyennes (mai et juillet) pour la période 2015-2016 et 2017-2018 (Fig. 9), nous a permis de retenir un taux de régression moyen (des aires réservées aux cultures maraîchères et fourragères) de l'ordre de 163.9 % pour le Sentinel et de 124.42 % pour le satellite Landsat. En revanche, en 2019 et à travers les résultats obtenus par les deux satellites, les superficies irriguées ont enregistré une nette augmentation, notamment, durant le mois de mai (les taux d'évolution ont atteints, 227.68 % pour Sentinel et 114,1 % pour Landsat). Ces grandes fluctuations des pratiques agricoles en irrigué sont en partie expliquées par les apports pluviométriques durant les campagnes agricoles en question. Toutefois, le faible taux d'exploitation (ne dépasse pas 50 % dans les campagnes pluvieuses) et le faible recouvrement des parcellaires agricoles par les maraîchages et par les fourrages témoignent d'une faible utilisation de l'eau d'irrigation. La question qui se pose, s'agit-il vraiment d'un certain boycott en rapport avec la nouvelle conjoncture de la gestion collective de l'eau d'irrigation et ses retombées tarifaires ? S'agit-il encore de l'un des conséquences du modèle de gestion jugé défaillant ? Ou bien d'autres facteurs qui sont à l'origine de la faible utilisation de l'eau d'irrigation ?

3) Discussions

La grande fluctuation des superficies irriguées entre 2015 et 2019 est une conséquence directe de la conjonction de plusieurs facteurs. Les informations recueillies auprès des agriculteurs, des gestionnaires agricoles locales (dans le cadre des études de terrain menées au mois de mai et de juillet 2018) et les rapports officiels du CRDA de la Manouba, nous ont permis de construire une base de données riche et de faire un diagnostic exhaustif pour le périmètre d'étude. Les dynamiques récentes de l'occupation-utilisation des sols à Borj Toumi ainsi que la situation actuelle des exploitations (fonctionnement hydraulique, agronomique et économique) témoignent, sans doute, d'une orientation vers l'arboriculture et les céréalicultures peu exigeantes en eau. Trois facteurs sont à l'origine :

➤ *Une forte dépendance entre les réserves hydriques des barrages et les superficies cultivées en irrigué* : Le barrage réservoir de Laâroussia fait partie du grand projet « des eaux du nord » qui se caractérise par des Transferts connectés au réseau. « Les réserves hydriques du barrage Laâroussia dépendent fortement des eaux lâchées du grand barrage de Sidi Salem. Or, les stocks de ce dernier ont connu une baisse remarquable pour la période 2017-2018 par rapport à celle de 2015-2016 » (Fig. 10) (Samaâli, H. et Mjejra, M., 2020). Cela est dû principalement à l'irrégularité de la pluviométrie pendant les campagnes agricoles, ainsi, qu'à la répercussion de la période de stress hydrique qui marque la Tunisie ces dernières années (situation liée aux changements globaux). Par conséquent, un nouveau plan de gestion de l'eau d'irrigation a été établi et les CRDAs ont octroyé seulement 20 % des volumes habituelles destinées à l'irrigation pour les saisons agricoles 2017 et 2018 (Samaâli, H. et Mjejra, M., 2020). Cette nouvelle politique hydraulique qui domine sur la gestion de l'eau d'irrigation explique en partie la forte corrélation ($R^2 = 0.71$)³ observée entre les superficies cultivées (en mai et en juillet),

³ Le coefficient de corrélation R^2 est calculé à travers deux paramètres (P1 : superficies occupées par les cultures maraîchères et fourragères ; P2 : stocks en eau disponibles dans le grand barrage de Sidi Salem) pour la période 2015-2019.

estimées à partir des images Sentinel-2 et les stocks en eau disponibles dans le barrage de Sidi Salem pour la période 2015-2019 (Fig. 10).

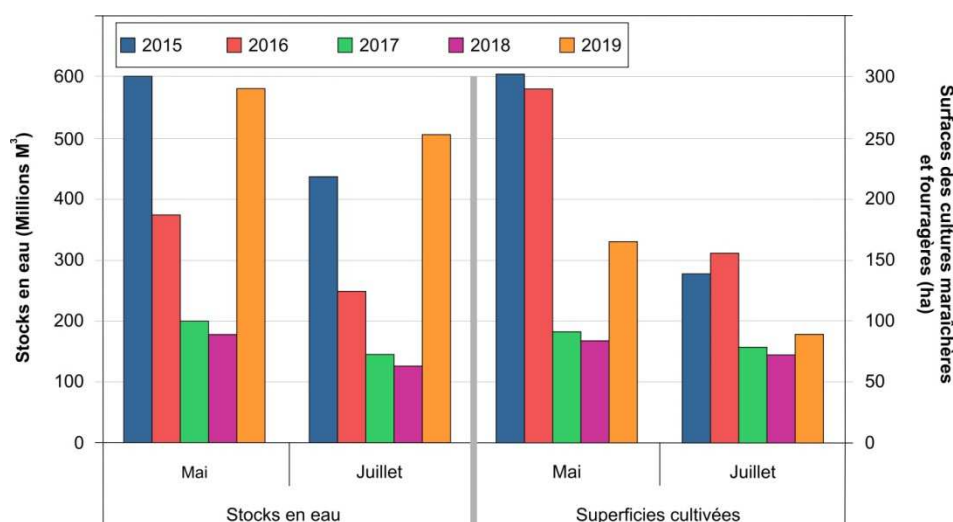


Fig. 10. Forte corrélation entre les stocks en eau disponibles dans le barrage de Sidi Salem et les superficies occupées par des maraîchages et des fourrages dans le PPI de Borj Toumi pour la période 2015-2019 (www.onagri.nat.tn/ et calculs personnels par ArcGis)

➤ **Le dysfonctionnement du réseau d'irrigation :** L'irrigation est assurée principalement par le complexe de pompage "El Herri" (Société d'Exploitation du Canal et des Adductions des Eaux du Nord-SECADENORD). Le réseau installé depuis plus de 50 ans, constitue une vraie contrainte pour l'opération d'irrigation. D'une part, il est devenu trop vétuste, d'autres parts il n'assure plus les besoins théoriques des cultures consommatrices de l'eau (maraîchages et fourrages) pendant la phase de stress hydrique. En effet, l'extension aménagée dans le nord-est du périmètre a fortement perturbé l'opération d'irrigation et a exercé une pression sur le réseau actuel qui engendre d'importantes fuites dans les conduites encore fonctionnelles (Samaâli, H. et Mjerjra, M., 2020). Dans cette même optique, l'étude faite par Hanafi, S. et *al*, (2014) a montré que si le réseau d'irrigation fonctionne pendant 12 h par jour, il n'assure que 1/5 des besoins théoriques des plantes de mai à septembre.

Le réseau d'irrigation de Borj Toumi est conçu pour irriguer près de 1/3 de la superficie agricole utile SAU (OMVVM, 1960) avec un débit

fictif de l'ordre de 0.43 l/s ha pour les cultures maraîchères et l'arboriculture dans le secteur gravitaire (techniques d'irrigation de surface). Au niveau des secteurs sous pression, le débit fictif est de 0.6 l/s ha (Hanafi, S. et *al.*, 2014). L'extension de la superficie du périmètre et la situation actuelle du réseau soulignent des divergences. Le recours vers l'intensification des cultures et les besoins théoriques des spéculations ne concordant pas avec la capacité maximale de l'offre du réseau notamment pendant le mois de juillet. Le réseau actuel ne permet pas d'irriguer que 30 % de la superficie totale (CRDA de la Manouba, 2018). Ce constat, a eu des répercussions sur le choix des cultures, à titre d'exemple l'artichaut (culture marquant le secteur d'étude) est très rarement cultivé dans le PPI de Borj Toumi (enquête personnelle).

Des opérations de maintenance et de rénovation des conduites, (qui sont animées par le CRDA de La Manouba), ont démarré depuis janvier 2020. Ces aménagements visent à :

- Remplacer les petites et les moyennes conduites en amiant ciment détruites par d'autres de type PEHD.
- Effectuer des maintenances pour les supports des conduites superficiels ouverts et éliminer le boccage avoisinant.
- Éliminer les prises d'eau arbitraire installée sur les conduites principales.
- Installer des compteurs.
- Remplacement de 20 canaux principaux (entretien avec le responsable du Groupement de Développement Agricole de Tongar-Al WifaK).

➤ *L'impact de la nouvelle tarification de l'eau d'irrigation* : Les entretiens directs menés auprès des agriculteurs dans le cadre d'une enquête personnelle nous ont permis de constater des changements dans les pratiques agricoles à Borj Toumi. En effet, le système de culture a évolué depuis le début des années 1990 vers l'adaptation de l'arboriculture et des grandes cultures peu consommatrices en eau. Ceci est dû aux effets de l'application du PASA « manifesté par une transformation du cadre institutionnel et une décentralisation des services de l'Etat aux dépens des organisations d'usagers de l'eau » (Samaâli, H. et Mjejra, M., 2020). L'Association d'Intérêt Collectif (AIC) de Tongar, s'est chargée depuis sa création en 1993 de la gestion du

périmètre. Conformément à la nouvelle conjoncture (l'eau est devenue une ressource rare), une tendance vers l'économie de l'eau règne sur le processus de gestion. La droite d'ajustement du volume d'eau facturé au niveau du périmètre d'étude (Fig. 11), montre une régression nette des stocks utilisés pour l'irrigation depuis 1966. Le phénomène s'est accentué depuis le début des années « 1990 » suite au changement dans le processus de gestion de l'eau d'irrigation accompagné par des modifications de la tarification. Dans cette même optique, 78% des agriculteurs enquêtés estiment que les tarifs préférentiels appliqués aujourd'hui par le groupement de développement agricole de Tongar-Al Wifak pèsent lourd sur leurs budgets et se sont trouvés obligés de recourir à des spéculations peu exigeantes en eau et à forte valeur ajoutée tel que l'arboriculture. Par conséquent, le PPI de Borj Toumi se trouve aujourd'hui dominé par l'arboriculture (58 % de la SAU, Fig. 12), notamment par des oliviers, par plusieurs variétés de pêcher, ainsi que par les poiriers, les pommiers et les manguiers (enquête personnelle).

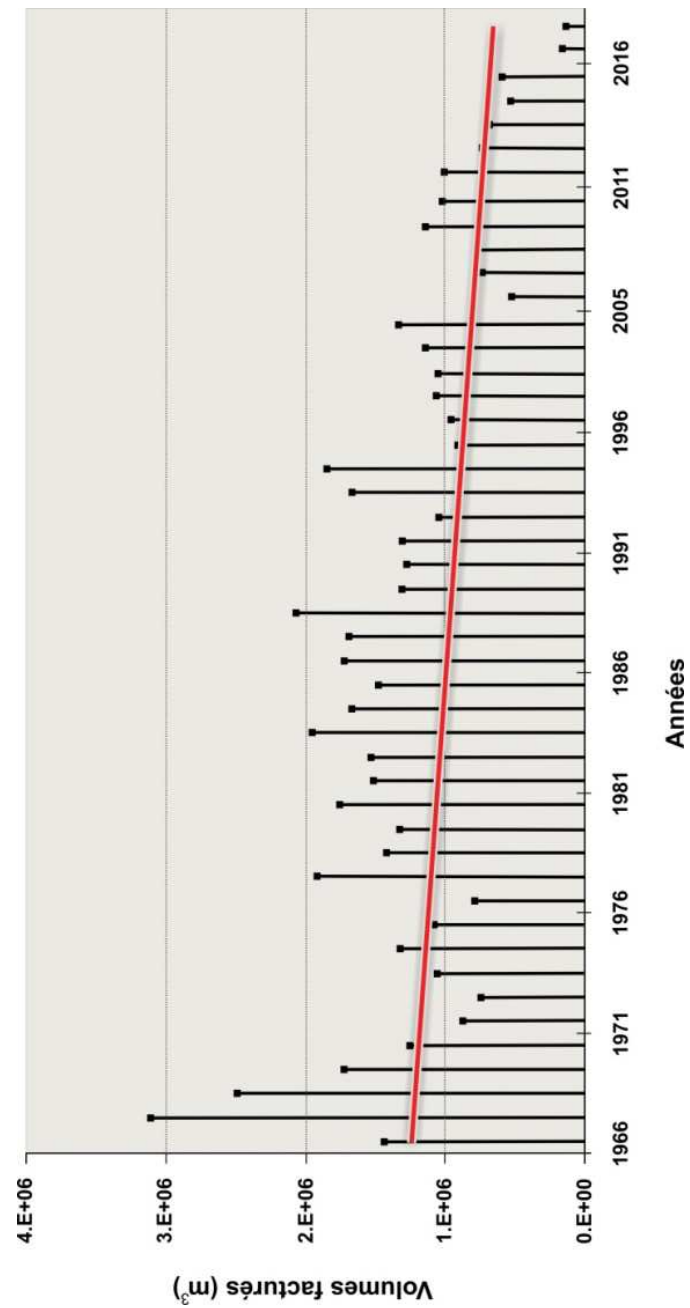


Fig. 11. Evolution du volume d'eau facturé dans le périmètre de Borj Toumi depuis sa mise en eau (Hanafi S., 2011 et Commissariat Régional au Développement Agricole (CRDA) de la Manouba, 2018)

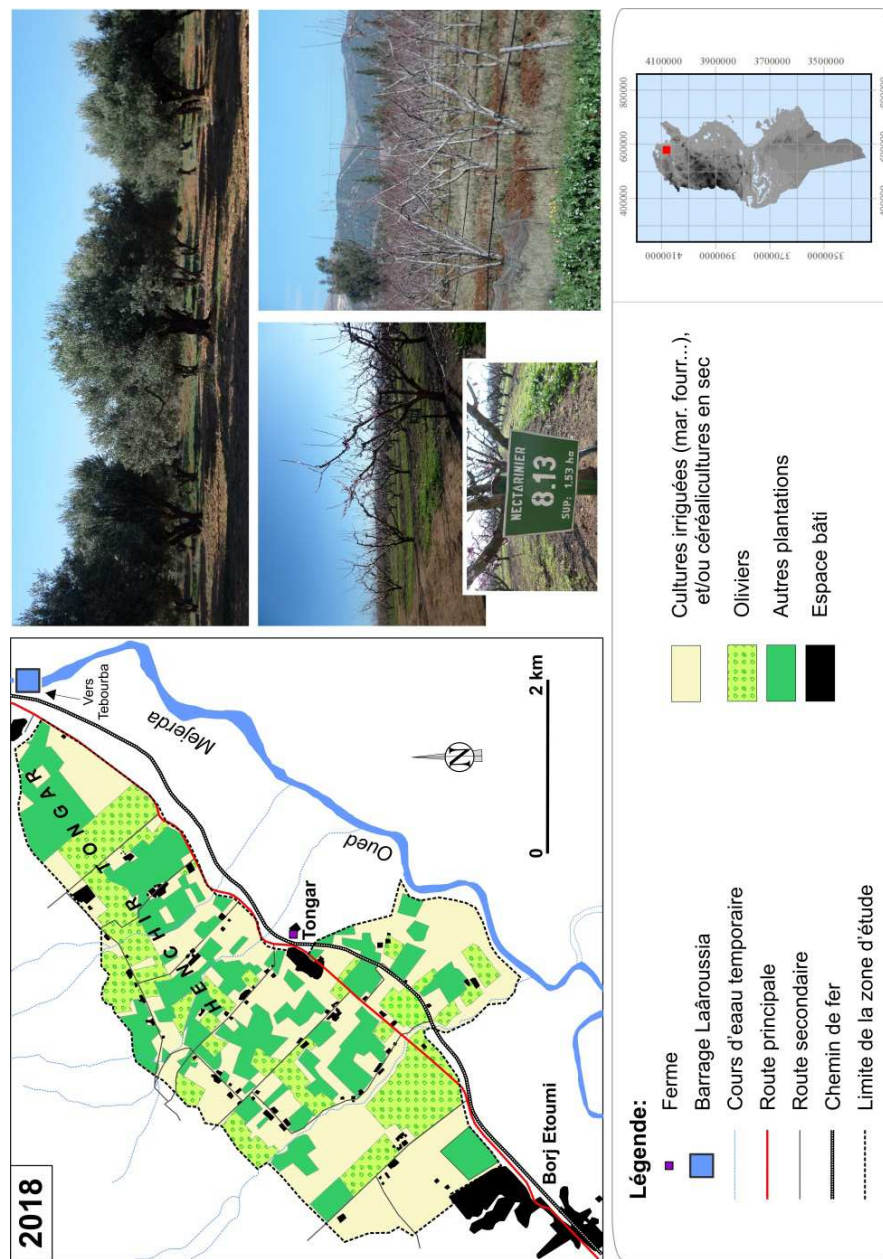


Fig. 12. L'arboriculture domine les spéculations agricoles dans le PPI de Borj Toumi
(Cartographie : Samaâli H., 2019 à partir de la carte agricole de Manouba,
des orthophotos à l'échelle 1/5000 et des extraits d'images Google Earth 2018 ;
photos auteur, 2020)

V. Conclusion

Le PPI de Borj Toumi constitue un prototype de l'agriculture irriguée dans la basse vallée de Mejerda. L'évolution du système de production dans ce secteur est le résultat d'une rénovation agraire entreprise par l'Etat tunisien au lendemain de l'indépendance. L'objectif est d'assurer le passage d'un modèle défaillant caractérisé par une agriculture d'autosubsistance à un autre performant par le biais de la production en intensif. Ce périmètre est destiné à produire des maraîchages, des céréales, des fourrages et de l'arboriculture. Or plusieurs facteurs ont abouti à une organisation spatiale caractérisée par la dominance de l'arboriculture et des céréales en secs. Les superficies réservées aux cultures maraîchères et fourragères sont très diversifiées à l'échelle interannuelle et interannuelle. Ces fluctuations sont dues essentiellement aux variations des apports pluviométriques, à l'augmentation de la demande sur les ressources en eau en rapport avec l'accroissement démographique, l'évolution économique,... les changements institutionnels et l'impact sur la gestion et la tarification de l'eau d'irrigation. Bien évidemment d'autres facteurs influencent considérablement l'utilisation de l'eau pour l'irrigation au PPI de Borj Toumi, notamment le mode d'irrigation pratiqué, l'état du réseau...

L'approche méthodologique utilisée dans cette étude (basée sur l'utilisation des images multi-capteurs) a donné des résultats assez acceptables (forte corrélation entre les superficies des cultures maraîchères et fourragères d'une part et les stocks en eau disponibles au barrage de Sidi Salem). Ceci est dû aux différentes corrections effectuées (notamment radiométriques). En même temps, les images Sentinel 2A et Landsat 8/OLI sélectionnées, ne présentent ni nuages ni brouillard sur toute la zone d'étude. Toutefois, des lacunes résident toujours dans l'utilisation des images optiques, pour cela, un recours à un couplage avec des images Radar nous semble parfois nécessaire afin d'avoir des résultats fiables.

Les résultats présentés dans ce travail constituent, de ce fait, un premier pas vers une meilleure connaissance du système « agriculture irriguée-gestion de l'eau ». Le cadre législatif, institutionnel, organisationnel est fondamental pour comprendre l'évolution du système de production

en irrigué au sein d'un PPI, mais pas suffisant. L'avenir de l'agriculture irriguée en Tunisie est fortement lié à la révision du modèle de gouvernance défaillant et à l'évaluation des performances de la gestion collective de l'irrigation à travers les associations d'usagers.

BIBLIOGRAPHIE

- Agence Française de Développement (AFD), 2008, Programme sectoriel eau n°2, 12 p.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998, Crop evapotranspiration (guidelines for computer crop water requirements), FAO Irrig. and Drain. Paper No. 56, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.
- Belhedi, A., 2017, L'aménagement de l'espace en Tunisie : la reproduction ou l'alternative ? Publications de la Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis, 2^{ème} édition, 303 p.
- Ben Hamouda, N., 1999, Stratégies des agriculteurs irrigants confrontés à une situation de pénurie d'eau : le cas d'un périmètre irrigué privé dans le bassin de Merguellil – Tunisie centrale, Thèse de C.I.H.E.A.M., 167 p.
- Chennoufi, S., 1981, Les conditions sociologiques du succès d'une réforme agraire : Le cas de la Basse-Vallée de Mejerdah en Tunisie, thèse de doctorat de 3^{ème} cycle, Université de Toulouse – Le Mirail, 278 p.
- Commissariat Régional au Développement Agricole (CRDA) de la Manouba, mai 2018, Rapport annuel des activités, 134 p.
- Excoffier, Y., 1954, Petite histoire de la Tunisie, 2^{ème} édition, LA CARAVELLE, 129 p.
- Gao, B.-C., 1996), « NDWI - A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space », *Remote Sensing of Environment* n°58, pp. 257-266.
- Hanafi, S., 2011, « Approche d'évaluation de la performance des systèmes irrigués à l'échelle des exploitations agricoles : Cas du périmètre irrigué de Borj Toumi (vallée de la Medjerda-Tunisie) », *Agriculture, économie et politique*, 92 p., <http://archives-ouvertes.fr/tel-00920810>
- Hanafi, S., Zairi, A., Ruelle, P., Le Grusse, P. et Ajmi, T., 2014, « Typologie des exploitations agricoles : un point de départ pour comprendre les performances des systèmes irrigués », 10 p., <http://archives-ouvertes.fr/tel-00920810>
- Hénia, L., (Dir.), 2008, Atlas de l'eau en Tunisie, Unité de recherche GREVACHOT, 186 p.
- Jaziri, B., 2020, « Analyse cartographique et paysagère des transformations spatiales du couvert forestier des Mogods (Tunisie septentrionale) », *Physio-Géo*, Volume 15 | -1, pp. 1-27, <http://journals.openedition.org/physio-geo/9956>
- Lamhamedi, B.E., Jnah, N., Sebari, I. et Benbahria, Z., 2017, « Extraction automatique des zones irriguées dans la région du Gharb par analyse d'image basée-objets des images Landsat 8 », *Revue Marocaine des Sci. Agron. Vét.* 5 (2), pp. 170-177, https://www.agrimaroc.org/index.php/Actes_IAPH2/article/view/495

- Nasr, J., 2015, Gouvernance et performance de la gestion de l'eau d'irrigation en Tunisie : cas des périmètres irrigués de Nadhour-Zaghouan, Thèse de Doctorat, INAT, Tunis, 229 p.
- Samaâli, H. et Mjejra, M., 2020, « La réforme agraire et son impact sur le secteur de Borj Toumi (nord-est de la Tunisie) : entre la mutation spatiale et l'émergence d'un modèle de gouvernance territoriale ». Actes du colloque "Aménagement et développement des territoires : entre gouvernance, dynamique économiques et protection de l'environnement", Annaba, novembre 2018 (article accepté).
- Samaâli, H., 2016, Cartographie de la dynamique de l'occupation-utilisation du sol, le delta de Mejerda, Publications FSHS de Tunis, 388 p.
- Samaâli, H., 2019, « L'eau et l'agriculture irriguée dans le bassin-versant de Mejerda : cartographie de la mobilisation et acteurs de gouvernance », Actes du colloque "Régionalisation et gouvernance", Centre de publication universitaire & UR : Régionalisation, développement régional et urbain, pp. 201-230.
- Toomanian, N., Gieske, A. S.M., Akbary, M., 2004, « Irrigated area determination by NOAA-Landsat upscaling techniques, Zayandeh River Basin, Isfahan, Iran », *Int. J. Remote Sens.* n°25, pp. 4945-4960.
- Traoré, F., Djaby, B., Wellens, J. et Tychon, B., 2012, « Estimation des zones agricoles irriguées du bassin versant du Kou à l'aide de la télédétection », Publications, Université de Liège, 9 p., <https://orbi.uliege.be/handle/2268/132698>
- Velpuri, N.M., Thenkabail, P.S., Gumma, M.K., Biradar, C., Dheeravath, V., Noojipady, P. et Yuanjie, L., 2009, « Influence of resolution in irrigated area mapping and area estimation », *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, n°75(12), pp. 1383-1395.

WEBOGRAPHIE

<https://www.usgs.gov/>
<http://www.quadratic.be>
<http://www.onagri.nat.tn/>

LISTE DES ABREVIATIONS

AFD : Agence Française de Développement.
AIC : Association d'Intérêt Collectif.
CRDA : Commissariat Régional au Développement Agricole.
GDA : Groupement de Développement Agricole.
INECO : Instruments INstitutionnels et ECONomiques (pour la gestion durable de l'eau dans la région méditerranéenne).
MIR : (Bande) Moyen InfraRouge.
NDVI : Normalized Difference Vegetation Index.
NDWI : Normalized Difference Water Index.
OLI : Operational Land Imager.

OMVVM : Office de la Mise en Valeur de la Vallée de Mejerda.

PASA : Plan d'Ajustement Structurel Agricole.

PIP : Périmètre Irrigué Privé.

PIR : (Bande) Proche InfraRouge.

PISEAU : Projet d'Investissement dans le Secteur de l'Eau.

PNEEI : Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation.

PPI : Périmètre Public Irrigué.

SECADENORD : Société d'Exploitation du Canal et des Adductions des Eaux du Nord.

SIG : Système d'Informations Géographiques

STEG : la Société Tunisienne d'Electricité et du Gaz.

THRS : Très Haute Résolution Spatiale.

UTM : Universal Transverse Mercator.

THE RELATION BETWEEN FLUVIAL GEOMORPHIC FRAME AND ROMAN ARCHAEOLOGICAL SITES DISTRIBUTION IN THE TIMIŞ VALLEY BETWEEN CARANSEBEŞ AND LUGOJ

SORIN HADRIAN PETRESCU¹, MARIA HOSU²

Abstract

The main advantage of using interdisciplinary research methods is that new approaches and insights regarding the interactions between past communities and landforms may be performed. The main aim of this paper is to assess by using high quality archaeological record data and high resolution LIDAR support the connection between Roman archaeological sites and fluvial geomorphic frame. The study area is represented by Timiş Valley between Caransebeş and Lugoj, in the Southwest of Romania, part of the former Roman province of Moesia Superior. Thus, the paper is divided into two main sections. The first one is represented by the mapping of the fluvial landforms. High resolution LIDAR support, aerial photography and topographical maps were used in geomorphic mapping. This first step focused on fluvial landforms (valley margin, terraces, meadows, alluvial fans, transition areas etc.). Secondly, a total number of 37 Roman archaeological sites were mapped and overlapped on the fluvial landforms. Proximity and spatial analysis operations were performed. We believe that the results highlights an unexpectedly significant connection between the Roman sites and the fluvial geomorphic frame. These results have also strenghtened our innitial presumptions regarding the importance of relief in Antiquity in the Southwest of Romania.

Keywords: *Roman sites, Timiş Valley, fluvial landforms, geomorphic mapping, spatial analysis.*

1. Introduction

Identifying the relationship between the geomorphic landscape and Roman arachaeological sites spatial distribution may lead us into

¹ Faculty of Geography, Babeş-Bolyai University, E-mail: sorinp63@yahoo.com

² Faculty of Geography, Babeş-Bolyai University, E-mail: maria.hosu@ubbcluj.ro

finding new insights regarding the role of relief in the spatial organization of Roman Antiquity. It may also allow researchers to initiate new theories and also new approaches regarding the human-environment relation by using interdisciplinary research methods from geomorphology and archaeology. The geomorphological diversity and complexity of the fluvial landforms and some of their main characteristics (in terms of elevation, fragmentation or symmetric/asymmetrical extent) facilitates some interpretation opportunities (Grecu, 2018).

For Timiș Valley, the second half of the last century was considered to be the most active in terms of archaeological systematic research regarding the Roman period. Several studies have been carried out in the area. The first study was carried out by (Moga, 1970) and refers to the roman site of Tibiscum. Since then, many other studies and systematical research have been done within Timiș Valley among which more important are those of (Benea, 2003), (Ardeț, 2004), (Petrescu, 2017) and (Benea, 2018). However, the connection between fluvial geomorphic frame and all the Roman archaeological sites discovered until now have not been studied yet.

2. Study area and general context

The study was conducted in the Timiș Valley, which is located in the Southwestern Romania, at the intersection between the Southern Carpathians and the Western Carpathians, on the coordinates 45°23'55.28"N, 22°13'20.28"E and 45°44'8.35"N, 21°51'12.47"E. The area is part of Timiș-Cerna tectonic corridor and is located on a horst-graben blocks structure. The environment was submerged by Paratethys sea water until late Sarmatian Stage (Upper Middle Miocene) (Linc, 2002). In the middle sector of the Timiș basin, the morphohydrographic character of the river changes when flowing through the more friable Miocene sedimentary rocks. The influence of petrography and climatic factors led to the formation of a larger corridor between Caransebeș and Lugoj (Grecu, 2010). The area is extended over Timiș Depression, Bistra Corridor, Muntele Mic Mountains and Nemanu Massiv in the South, Poiana and Buziaș Hills in the West, Sinersig Plain in the central part,

Timișana Plain in the North and Lugoj Hills and Poiana Ruscă Mountains in the East (Fig.1). Nowadays the area is dominated by active hillslope and fluvial modelling processes. From the total area of 1714 km², 695.3 km² are represented by the fluvial geomorphic complex area, which is bordered on the upper limit by the valley margin (Wheaton et al., 2015). The terraces system is widely developed, with a total number of six terrace steps. The terraces distribution is asymmetrical. The Qt4 and Qt5 terraces are the most extended. The Timiș River floodplain, which is bordered by the valley bottom margin on its external part, is well developed. It is connected with other tributary floodplains or connected with the lower terraces through steep slopes or inactive alluvial fans. The elevation ranges from under 200 m. in the internal Timiș floodplain to more than 1200 m. on the main mountainous interfluvies of the valley (Grigore, 1981).

The Roman period sites are highly developed in the study area (Luca, 2006). Due to the morphological connectivity between Moesia Superior and Moesia Inferior, the Timiș valley had a key role in the spatial organization of the roman province. One major advantage of this sector of valley is the location at the intersection of two major Roman imperial roads. The first one from east to west was connecting Sarmizegetusa Ulpia Traiana – Tibiscum-Berzobis. The second one from south to north was connecting Dierna- Tibiscum-Sarmizegetusa Ulpia Traiana (Fodorean et al., 2013). Because of its ancient importance for the Empire the area has been the research subject for several archaeological studies. Most of them are focused on the daily life of the Roman settlements (Benea, 2003), (Ardeț, 2004), and on the reconstruction of the extension of these archaeological sites (Hegyi, 2018). The intense archaeological research revealed a total number of 26 roman settlements and 11 other types of findings (necropolis, thesaurus and other). In contrast to Prehistory, in the Roman period human communities did not rely only on environmental factors and heuristical adaptability decisions (Hussain et. al, 2015). Despite prehistoric communities, the romans still took into consideration the landform main characteristics and geomorphometry when organizing their settlements or military constructions in relation with the spatial organisation of the conquered territories (Ardeț, 2004).

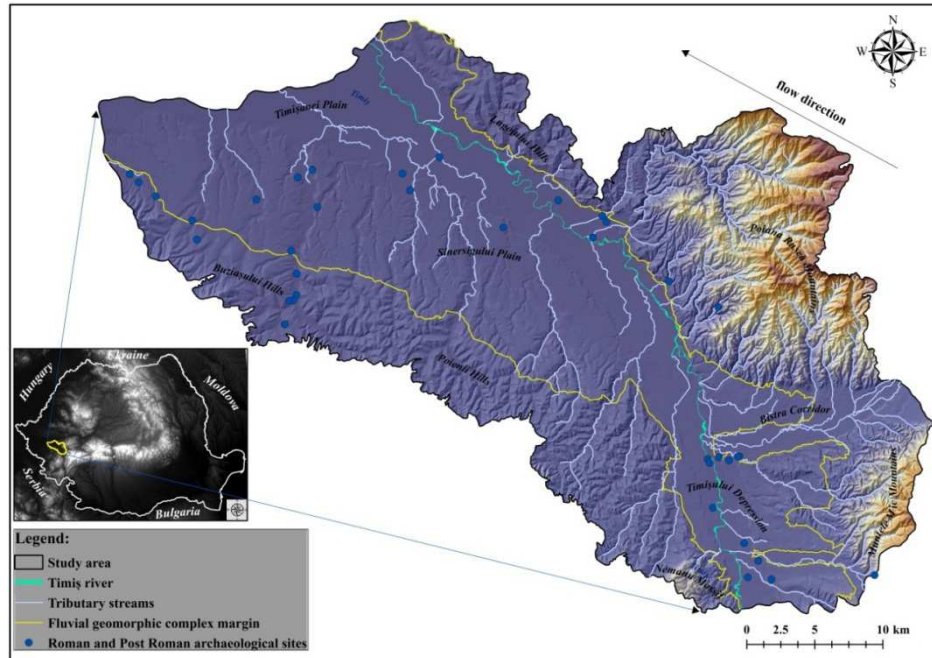


Fig. 1. The location of the study area

3. Materials and methods

Several cartographic and other graphic supports were used for the research. For both geomorphic mapping and archaeological purposes, topographic maps (1: 25 000), orthophotographs and LIDAR data were used. Regarding the geomorphic frame of the area, the mapping process started with the mapping of the valley margin, which, according to (Wheaton et al., 2015) is represented by the external limit of the fluvial terraces system. This margin also represents the limit of the fluvial geomorphic system of Timiș River.

A priority aspect regarding the Roman and post Roman archaeological sites mapping is to locate as precise as possible the physical structures of buildings, walls and other anthropogenic constructions. Thus, primary official data were collected from the Romanian National Archaeological Record (www.cimec.ro) and from the National Heritage

Institute of The Ministry of Culture survey (www.patrimoniu.ro). In order to spatially identify the prehistoric settlements, official archaeological sheets of the sites have been consulted. Very often, the description within the identification sheets were not clearly described. Several LIDAR mapping and direct field localization were necessary (using hand held GPS, based on the existing references). Expert archaeologists were also consulted. In many cases the data about site landform location had several interpretation errors so we used LIDAR scans to map the sites and the surrounding landforms. The Roman archaeological sites were mapped as point feature and have been structured by adding 5 new fields (Di Leo et al., 2017) in their attribute table (type, category, national archaeological record code (NAR), chronology and the type of site stratigraphy) (Table. 1).

Table 1

The structure of the archaeological database

Site	Category	Type	NAR code	Chronology	Stratigraphy
1	habitation	settlement, necropolis	51029.03	Roman	complex site
2	habitation	settlement	51029.4	Roman	complex site
3	habitation	villa rustica	51029.18	Roman	complex site
4	funeral	tumulus	51029.17	Roman	artifacts
5	habitation	settlement	no data	Roman	artifacts
6	habitation	settlement	156650.01	Roman	artifacts
7	habitation	settlement	156650.04	Roman	artifacts
8	habitation	settlement (vicus)	51038.01	Roman (II-IV century)	complex site
9	habitation	thermae	51038.01	Roman (II-IV century)	complex site
10	funeral	necropolis	53407.02	Roman	complex site
11	habitation	urban settlement	53407.01	Roman	complex site
12	sacred	temple (fanum)	no data	Roman	artifacts
13	funeral	necropolis	no data	Roman (II-IV century)	complex site
14	habitation	settlement	159268.01	Roman	artifacts
15	habitation	settlement	159268.02	Roman	artifacts
16	habitation	settlement	159320.08	Roman	artifacts
17	habitation	settlement	159320.09	Roman	artifacts
18	monetary	roman coins	no data	Roman	artifacts
19	monetary	roman coins	no data	Roman (IV century)	artifacts
20	monetary	roman coins	no data	Roman (III century, Probus)	artifacts
21	exploitation	iron mine	53782.04	Roman	artifacts
22	thesaurus	monetary thesaurus	no data	Roman (Republican)	artifacts
23	habitation	settlement	54421.02	Roman	artifacts

24	habitation	settlement	156543.01	Roman (III century A.D.)	artifacts
25	habitation	settlement	156570.05	Roman	artifacts
26	thesaurus	monetary thesaurus	No data	Roman	artifacts
27	habitation	settlement	156632.01	Roman (III-IV A.D.)	artifacts
28	habitation	settlement	156632.02	Roman (III-IV A.D.)	artifacts
29	habitation	settlement	156632.03	Roman	artifacts
30	habitation	settlement	156632.04	Roman (III-IV A.D.)	artifacts
31	habitation	settlement	156632.05	Roman (III-IV century)	artifacts
32	habitation	settlement	157040.03	Roman	artifacts
33	habitation	settlement	157040.04	Roman	artifacts
34	habitation	open settlement	155412.02	Roman	complex site
35	habitation	open settlement	155412.03	Post Roman (III-IV century)	artifacts
36	habitation	open settlement	155412.06	Post Roman (III-IV century)	artifacts
37	habitation	settlement	155369.06	Roman	complex site

(Data Source: Romanian National Archaeological Record www.cimec.ro)

A large variety of cartographic methods, proximity analysis and spatial analysis tools (point density, euclidean distance, near) were used in order to identify and analyze the connection between sites distribution and the geomorphic frame of the Timiș Valley from a geomorphic perspective. Three main factors were taken into consideration: elevation, landform and water resources proximity. The main reason why these particular factors were chosen is because excepting the political and economical premises of habitation of Antiquity, the landform favourability, elevation and water resources represent vital aspects of a prosperous habitation environment.

4. Results

Through GIS modelling methods and fieldwork mapping, interesting aspects regarding the connection between Roman sites distribution and the geomorphic frame have been revealed. The fluvial geomorphic system within the valley limit was systematically mapped. A total number of 6 terraces have been identified in the area, from the lower terrace Qt1 (10 m) to the higher terrace Qt6 (120 m). Also the Timiș river meadow was mapped as well as tributary meadows which represent recently deposited alluvionary materials. The alluvial fans make the transition from the higher hillslope areas and the main meadow deposits. An interesting aspect with a high role on sites distribution is the asymmetry of the terrace system and also of the alluvial fans from the South to North. The terrace system is very eroded due to secondary erosional processes after the terraces have been cut off from the former floodplain. There is a high degree of fragmentation specific to all terrace steps (caused by gully erosion, torrentiality, tributary streams erosion).

From a geomorphic point of view, the distribution of the Roman sites within Timiș valley depends on 3 factors: elevation, landforms and river proximity. The elevation of the study area ranges from a minimum elevation of 101 m in the Northern part to 1304 m in the Southeastern part, in the proximity of Muntele Mic Mountains. All of the 37 sites are located within the < 101-400 m elevation class, which overlaps mostly gravel, sand and red clay deposits. One first reason may refer to the

necessity of proximity to the imperial roads network and the second one to the proximity to major rivers such as Timiş River and the flatter area of the terrace treads. (Fig. 2)

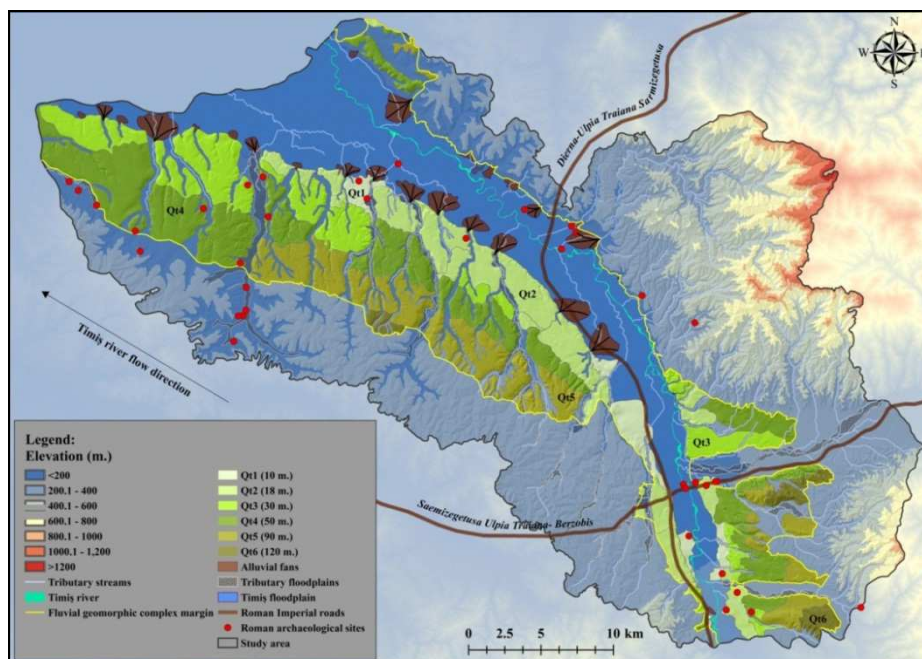


Fig. 2. The geomorphic map of Timiş valley and the distribution of roman sites

The asymmetrical spatial distribution of the fluvial terraces had a key role in the distribution of the sites. From the most Southern part of the area until the confluence point with Bistra river, the majority of the sites are located on the right side of the river because the terrace areas are poorly developed on the left side. In this part the transition between the floodplain and the valley bottom margin (Wheaton et al., 2015) is represented by the lower terraces (Qt1 – 10 m and Qt2 – 18 m). The confluence point with Bistra tributary also represents a strategical crossroads point of two main imperial roads. The first one from West to East Sarmizegetusa Ulpia Traiana – Tibiscum-Berzobis and the second one, from South to North-East, Dierna-Tibiscum-Sarmizegetusa Ulpia Traiana. In this area, there is a higher density of roman sites and also the location of the

ancient city of Tibiscum. From this area to the North the distribution of the sites is changing also because of the asymmetrical extension of the fluvial terraces. On the right side of the river the transition from the lower meadow areas to the hillslopes is made by steep slopes and parasiting alluvial fans. There is only one site which is located on an alluvial fan toe. The rest of the existing sites in this area are located on hillslopes. The higher extension of terraces and tributary floodplains in the Western and Northwestern part of the study area with low occupation restrictivity led to a high density of Roman sites which are located mostly on terrace treads and tributary meadows. The main disadvantage of these sites is the higher isolation degree regarding the connection with the main imperial roads.

The landform sites spatial distribution diagram (Fig. 3) shows a precise state regarding the number of Roman sites on each landform. The majority of the sites are located on terrace treads with about 45.9% of the total number of 37 sites. Most of the sites are located on the Qt2 and Qt4 terraces. Fluvial terraces provided flat surfaces and close water resources which made them optimal for habitation. Close to terraces are the meadow areas which sum both Timiș river and tributary meadows. The sites which are located in these areas represent about 32.6% of all sites. Meadow areas have two main advantages. Firstly the Timiș meadow also involves a proximity to the river (transportation, trade, agricultural purposes). Secondly both main and tributary meadows represented easy access, closer water resources as well as that the local particular topography provided a mild topoclimate.

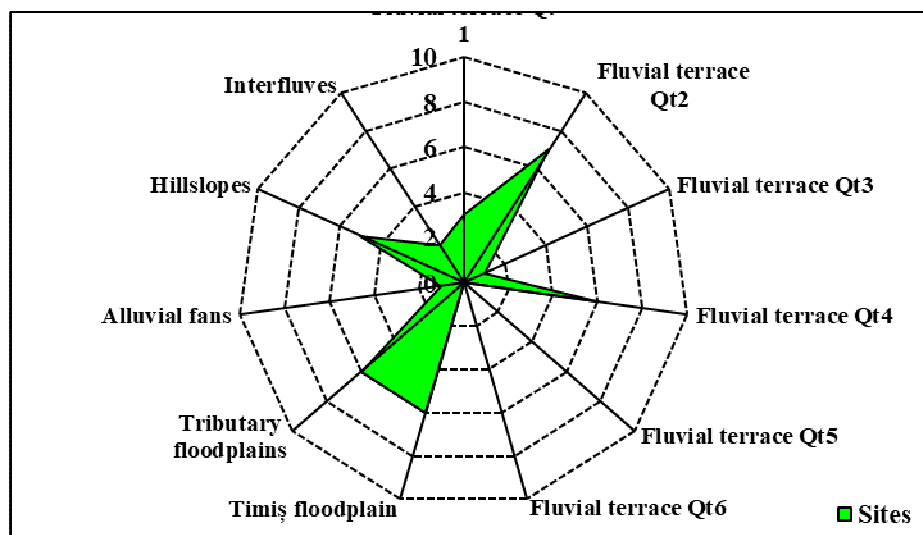


Fig. 3. Diagram showing the landform site distribution within the study area

More detailed geomorphic mapping revealed quite intriguing aspects of sites distribution. As in the case of the ancient site of Tibiscum, a geomorphic mapping using LIDAR support helped us to highlight some aspects regarding the relation between indirect floodrisk perception and protection and site location (Fig. 4). The site of Tibiscum is located in the Southern part of the Timiş valley, near the confluence point between Timiş and Bistra at an elevation of 185 m.. The location of the site is on the left side of the river, within Timiş meadow. An elevation difference of about 4 meters protected the site of Tibiscum from major flood events. Also the river itself may be considered as a natural barrier with a high protection role on the east. Historic planiform morphodynamics of Timiş river affected a significant area of the Roman city. The position of the site was chosen upstream from the confluence point with Bistra river, which is the Timiş largest tributary. This choice might have been taken in order to avoid possible flood events downstream the confluence point.

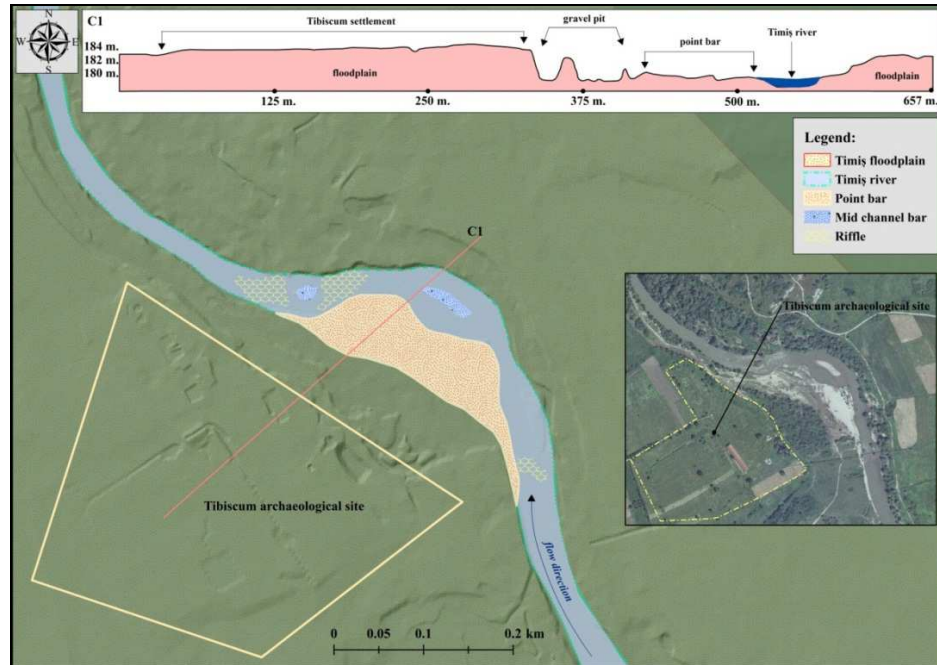


Fig. 4. Detailed map of Tibiscum archaeological site and cross section in relation with meadow morphology

The general geomorphic structure of the Timiș River Valley has shaped the streams network within the study area. The alternating horst and graben structures led to the fragmentation of drainage network and also to a steeper connection between the hillslopes and the valley bottom. The alternation of mountain, hills and lower plain areas have a high impact on streams spatial distribution. In the southeastern and western part which overlap on mountainous areas and high elevation slopes a higher streams density can be observed while in the lower hills and plain area from the west and northwest, the stream density is low. Except Bistra and Sebeș rivers, there is a high occurrence of Timiș river main tributaries in the western part of the study area. In this part the extended terraces system have led to a higher fragmentation degree. The springs alignment is often located at the upper contact between the hillslopes and the upper terrace cycle (Qt6 and Qt5).

The investigation of site distribution correlated with the stream network also can reveal key aspects regarding the perception of the geomorphic environment in Antiquity. The results regarding the importance of streams in site distribution highlighted that 89.1% of the total number of 37 sites are located in the proximity of a stream (mostly permanent streams). The value of the maximum proximity to the closest stream was considered to be under 500 m length. Only 10.8% of the sites are located between 500.1-1000 m length which indicate a settlements tendency of being close to a stream. The maximum stream proximity is represented on the map (Fig. 5) with dark blue. It is necessary to be mentioned that there is a link between terrace treads fragmentation due to stream erosion, stream proximity and the location of the sites.

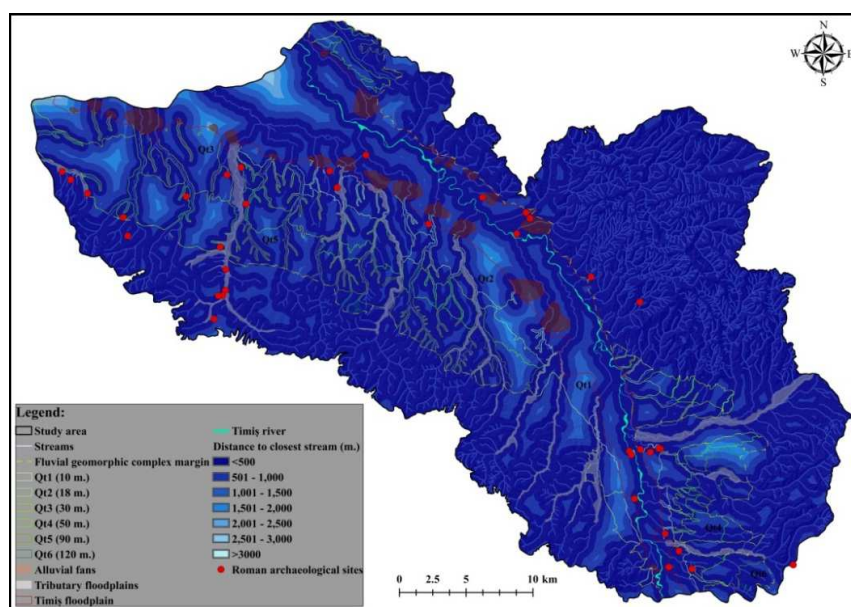


Fig. 5. The relation between archaeological sites and stream network in the Timiș Valley

5. Conclusions

Geomorphic mapping, archaeological data analysis along with proximity analysis carried out in the study area are able to unravel the

Roman settlements dynamics within Timiș Valley. Furthermore, the Roman sites distribution in relation with landforms create a different perspective regarding the human-environment interaction through time.

There is an interesting chain relation between the geomorphic structures, elevation, landforms, stream network and Roman archaeological sites. The alternant geomorphic structure of horst and graben influence the elevation and landform general configuration and its asymmetrical extent. But vital implications are regarding the influence on stream network type. Unexpectedly, the majority of the Roman sites are located on lower elevation areas by reasons that we previously attempted to explain. On landforms, the sites tend to appear on productive meadow areas and lower terrace treads. A high occurrence on the contact line between valley margin and valley bottom margin and close to imperial roads (also the margin of Timiș river meadow) has been noticed.

We put that aspect on the fact that Moesia Province was a border province of the Empire so all settlements had to be located closer to roads, on flat areas with high visibility. The most intriguing relation we consider to be between the sites and the stream network. All the Roman sites from the study area are located within a 500 m. distance buffer to the closest water source.

For future perspectives, more work needs to be done such as more detailed information regarding the size of each site and the relation between the sites and other geomorphic parameters.

Acknowledgements

The authors would like to express their special appreciation to the Romanian Water Administration with its regional subsidiary institution of Banat Water Administration for providing us LIDAR DTM for Timiș river valley and to the Museum of the Highland Banat from Reșița and the County Museum of Ethnography and Border Regiment, Caransebeș for archaeological information.

REFERENCES

- Arba, Andreea, R., 2012, The Periods with Pluviometric Surplus from the Timiș Hydrographical Basin (1965-2009), in *Forum Geografic. Studii și cercetări de geografie și protecția mediului*, Volume XI, Issue 2, pp. 209-213.
- Ardeț, A., Ardeț, Lucia, C., *Tibiscum-Așezările romane*, 2004, Ed. Nereamia Napocae, Cluj-Napoca, Romania.
- Benea, Doina, 2003, *Istoria așezărilor de tip vici militares din Dacia Romană*, Editura Excelsior Art, Timșoara.
- Benea, Doina, 2018, *Castrul roman de la Tibiscum*, Editura Artpress, Timșoara.
- Benea, Doina, *Cronica Cercetărilor Arheologice din România. Campania 2000*, CIMEC-Institut de Memorie Culturală, București, 2001, 274-275.
- Burghilea, Bianca, Bănăduc, D., & Curtean-Bănăduc, Angela, 2013, The Timiș river basin (Banat, Romania) natural and anthropogenic elements. A study case – Management challenges, in *Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research* 15, special issue, pp. 173-206.
- Costea, Mărioara, 2013, Some Geomorphologic Aspects along the Timiș River in the Romanian Sector, in *Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research* 15, special issue, pp. 23-32.
- Di Leo, Paola & Bavusi, Massimo & Corrado, Giuseppe & Danese, Maria & Giammatteo, Tonia & Gioia, Dario & Schiattarella, Marcello, (2017), Ancient settlement dynamics and predictive archaeological models for the Metapontum coastal area in Basilicata, southern Italy: from geomorphological survey to spatial analysis. *Journal of Coastal Conservation*. 10.1007/s11852-017-0548-y.
- Fodorean, F., Fodorean, I., Moldovan, C., Recreating the landscape of the former Roman Dacia using modern 19th century cartography, digital data and GIS, in *e-Perimetron*, vol.8, No.1, 2013, pp. 37-35.
- Grecu, F., 2010, *Geografia Câmpiilor României*, Editura Universității din București, pp. 260.
- Grecu, F., 2018, *Geomorfologie dinamică pluvio fluvială. Teorie și aplicații*, Editura Universitară, București, DOI: 10.5682/9786062807276, pp. 475.
- Hegyi, A., 2018, *Modalități de aplicare a metodelor specifice geostiintelor în cercetări arheologice din sud-vestul României*, PhD Thesis, Timșoara, Romania.
- Hussain, S.T., Floss, H., 2015, Streams as Entanglement of Nature and Culture: European Upper Paleolithic River Systems and Their Role as Features of Spatial Organization, in *Journal of Archaeological Method and Theory*, (2016) 23:1162-1218.
- Linc, Ribana, 2002, *Culoarul Timiș-Cerna*, Editura Universității din Oradea, Oradea.
- Lines, H[enry]. H[arris]., *Roman Castrametation [I]*, În: *The Antiquary*, Vol XXI, January-June 1890, pp. 6-12, on-line <http://archive.org/details/antiquary22appegooq> (28.12.2012).
- Luca, S.A., Suciu, C., Purece, S.I., 2006, *Archaeological Discoveries from Romanian Banat. Repertoire*, Ed. Altip, Alba-Iulia.
- Moga, M., *Garnizoana romană de la Tibiscum*, 1970, in *Acta Musei Napocensis*, vol. 7, pp. 135-149.
- Niknami, A.K., Irandoust, H., Tahmasebi, A., Environmental and Cultural Factors Influencing Parthian Archaeological Site Distribution in the Sarfirouzabad Plain of Kermanshah,

- Northwest of Iran, in *International Journal of Geosciences*, 4, 69-77, 2013, <http://dx.doi.org/10.4236/ijg.2013.41008>
- Petrescu, S.M., 2017, *Monografia Caransebeşului/A monograph of Caransebeş, Preistoria/ Prehistory (approx.40.000-650 B.C)*, Editura Dalami, Caransebeş.
- Petrescu, S.H., Gligor, V., 2016, Vulnerability assessment of the geomorphological risk processes and risk management in the context of urban development. The case of Caransebeş municipality, in *Geographia Napocensis*, Anul X, nr. 2, pp. 65-72.
- Petrescu, S.H., Gligor, V., 2017, Lateral adjustments of Timiş river channel between 1965-2015, in *Geographia Napocensis*, Anul XI, nr. 2, pp. 49-58.
- Petrescu-Burloiu, I., 1949, Consideraţiuni fizico-geografice asupra regiunii şi oraşului Caransebeş, *Imprimeriile Penitenciarului "Văcăreşti"*, Bucureşti.
- Petrovsky, R., Contribuţii la repertoriul arheologic al localităţilor judeţului Caraş-Severin din paleolitic până în secolul al V-lea î.e.n. (partea II), *Banatica*, 3, 1975, 365, 367.
- Petru et al., Fortificaţii romane în Banat (I). Cornuţel, BCSS, 7, 2001, 113-116.
- Posea, G., 1992, Câmpiile României: Câmpia Banato-Crişană. Partea 4: Subregiunea Câmpia Banatului, Bucureşti.
- Urdea, P., Cîntar, A., 2014, Cadrul geografic şi elementele morfologice ale peisajului aşezării militare şi civile din rezervaţia arheologică Tibiscum, in *ArheoVest*, Nr. II: [Simpozion *ArheoVest*, Ediţia a II-a:] In Honorem Gheorghe Lazarovici, Interdisciplinaritate în Arheologie, Timişoara, 6 decembrie 2014, Vol. 1: Arheologie, Vol. 2: Metode Interdisciplinare, Asociaţia "ArheoVest" Timişoara, JATEPress Kiadó, Szeged.
- Wheaton, J.M., Fryirs, A. Kirstie, Brierley, G., Bangen, Sara G., Bouwes, N., O'Brien, G., 2015, Geomorphic mapping and taxonomy of fluvial landforms, in *Geomorphology* 248 (2015) 273-295.
- www.cimec.ro
- www.patrimoniu.ro

<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/4>

INTEGRATING CURVE NUMBER FLOOD MODEL AND GIS FOR FLOOD VULNERABILITY MAPPING IN NIGER STATE

ABIODUN OLUFEMI ADEBOLA¹

Abstract

The research was conducted using Shuttle Radar Topographic Mission Satellite Image, Soil analysis, curve number flood model and Quantum GIS software to provide baseline information for the monitoring and management of flood disaster in Niger State, Nigeria. The SRTM image was used to analyse proximity of Niger State to rivers and create a Digital Terrain Model of Niger State based on elevation. Soil analysis was conducted to determine the types of soil indifferent locations in the state, the curve number model was used to calculate run-off values based on different land use types and soil types. These variables, rainfall intensity and duration, were imported into quantum GIS to generate a flood vulnerability map of Niger State. The research revealed two major causes of flood in Niger State namely primary causes such as soil type, rainfall intensity and duration; and secondary causes which include reservoir operations and building of structures along flood plains. Out of the 76,000 km² covered by Niger State, 40% (30,000 km²) was found to be highly vulnerable, 45% (34,000 km²) was moderately vulnerable and the remaining 15% (11,400 km²) had low vulnerability to flood. The study advocates involvement and enforcement of an environmental policy to curtail unsustainable agricultural activities on and discourage wanton destruction of environmental sensitive areas for unapproved developments.

Keywords: *Flood Vulnerability Map, Digital Terrain Model, SRTM Image, Curve number Model, Baseline information and Quantum GIS.*

1. Introduction

Human beings have always had to cope with disasters including floods, droughts, earthquakes, volcanic eruptions, too much or too little

¹ Federal University of Technology, Akure, Department of Remote Sensing and GIS;
E-mail: aoadebola@futa.edu.ng

rainfall, and the likes. A natural hazard in itself does not cause a disaster; a disaster results when a natural hazard impacts on a vulnerable, exposed and or ill-prepared community. River and coastal flooding are the most frequently occurring natural disasters and are increasing in occurrence more rapidly than any other natural disaster. World Bank report has shown that flooding is not only the most frequent natural hazard – it is also the disaster with the greatest economic and humanitarian impact in terms of number of people affected and in terms of economic asset exposure; that is buildings, transport infrastructure, utility infrastructure and other assets (Shi and Wang, 2010).

People in developing countries are particularly vulnerable to flood as they often live in high-risk areas, have lower coping capacities, and have limited or no risk cover in the form of insurance or other safety nets. A cornerstone of Disaster Risk Reduction is the Hyogo Declaration, made at the World Conference on Disaster Reduction in Kobe, Hyogo (Japan). This sets out the Hyogo Framework for Action (HFA) (2005-2015). Signed by 168 countries, its overarching goal is to build the resilience of nations and communities to disasters by achieving substantive reduction of disaster losses by 2015. Since the adoption of the HFA, many efforts have been made at the global, regional, national and local levels to address Disaster Risk Reduction systematically (UNBCPR, 2005).

The problem of flood is a global problem that has no boundaries. Though, the extent of destruction is cushioned from country to country, depending on her level of technological advancement, developing nations are ill-prepared and thus most affected. Floods are not peculiar to Nigeria, but the 2012 floods were considered the worst in the nation's history. The heavy rains precipitated overflow of river banks due to blocked drains which led to flood disasters across the country in 2012. This incidence had further exposed Nigeria and Nigerians to flood vulnerability and also showed the level of preparedness in states and the nation as a whole.

Preparation for flood emergencies in Niger State is poor, the overall risk to society, the economy and the environment is high because every year lives are lost and properties worth millions of Naira are destroyed. This study therefore attempts to develop a flood

vulnerability map for the whole of Niger State with a view to generating baseline information for effective control and monitoring of flood disaster in the study Area.

2. Materials and Methods

Research locale

Niger State is located between latitudes 8°20'N and 11°30'N and longitude 3°30'E and 7°20'E as shown in Fig 1. The state is bordered to the north by Zamfara State, to the north-west by Kebbi State, to the south by Kogi State, to the south-west by Kwara State; while Kaduna State and the Federal Capital Territory border the state to the north-east and south-east, respectively (Niger State Bureau of Statistics, 2011b)

Furthermore, the State shares a common international boundary with the Republic of Benin at Babanna in Borgu Local Government Area of the state. The state covers a total land area of about 76,000 sqkm, about 8.23 percent of Nigeria's total land area (Niger State Bureau of Statistics, 2011c)

River Niger flows through Niger State and has other tributaries in the state. Niger State is a state in the western part of **Nigeria** and the largest **state** in the country. The state capital is **Minna**, and other major cities are **Bida**, **Kontagora**, and **Suleja**. The state is named after **River Niger**. Three of Nigeria's major **hydroelectric** power stations, the **Kainji Dam**, Jebba dam and the **Shiroro Dam**, are located in Niger State; also situated there is **Kainji Lake National Park**, the largest National Park in Nigeria, which contains **Kainji Lake**, the **Borgu Game Reserve** and the **Zugurma Game Reserve** (Niger State Bureau of Statistics, 2011a)

Niger State is covered by two major rock formations the sedimentary and basement complex rocks. The sedimentary rocks to the south are characterized by sandstones and alluvial deposits, particularly along the Niger valley and in most parts of Borgu, Bida, Agaie, Lapai, Mokwa, Lavun, Gbako and Wushishi Local Government Areas.

This area also contains the extensive flood plains of the River Niger and this has made the state to be one of the largest and most fertile

agricultural lands in the country. It also provides the best area for rice growing in Nigeria. Perhaps this may account for the location of the National Cereals Research Institute at Badeggi in the State.

To the north is the basement complex, characterised by granitic outcrops or inselbergs which can be found in the vast topography of rolling landscape. Such inselbergs dominate the landscape in Rafi, Shiroro, Minna, Mariga and Gurara Local Government Areas (Niger State Bureau of Statistics 2011d).

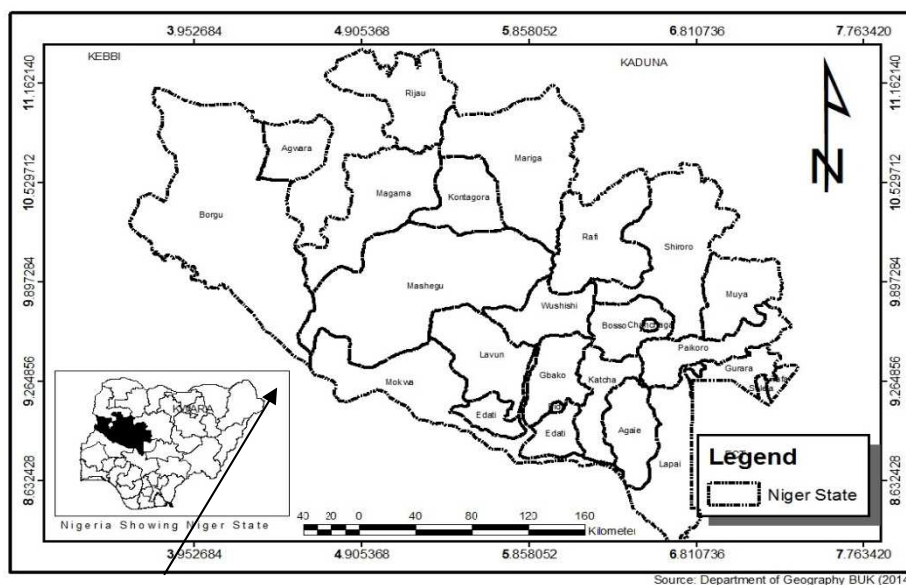


Fig. 1. Niger State

Source: Adapted from Google map

Niger State has a tropical wet and dry climate; the two seasons are controlled by the interplay of the North-East trades, Monsoon moist winds and the Inter-tropical Convergence Zone (ITCZ). Rainfall begins in April and terminates in October and total range is between 1000-1400 mm. the duration of sunshine per day combined with solar-radiation intensity are two important parameters that determine the drying power of the ambient air under low relative humidity values. Other elements of

climate that affects flood in Niger State are discussed in details in this section (Adefolalu & Oguntinyinbo, 2005a).

The State experiences two distinct seasons the dry and wet seasons. The duration of the rainy season ranges from 150-210 days from the north to the south, this is diagrammatically represented in Fig 2. The annual rainfall varies from about 1,600mm in the south to 1,200mm in the north, mean annual rainfall and mean length of rainy season is shown in Fig 2 and 3 (Adefolalu, 1986).

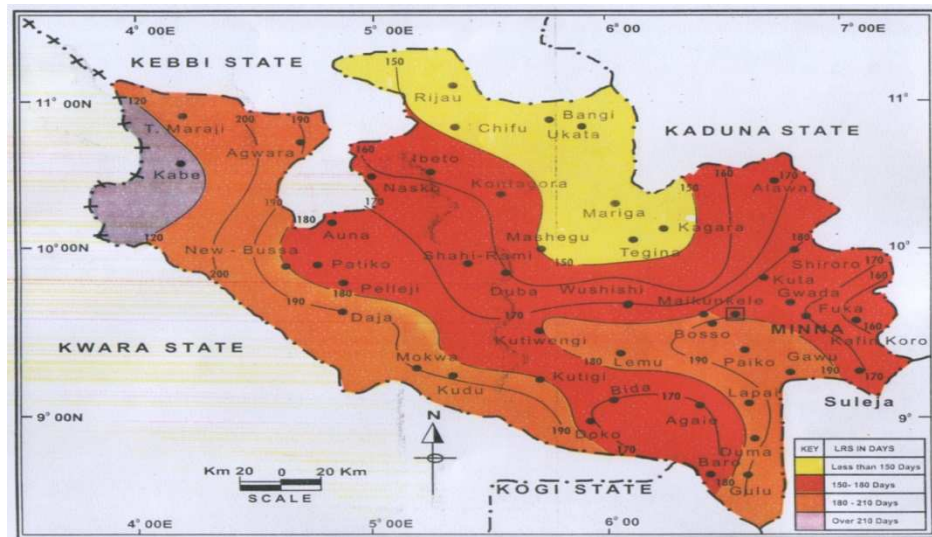


Fig. 2. Mean Length of Rainy Season in Days
Source: CCCFWR, FUT, Minna (2009)

Onset of rains vary from place to place in Niger State, in some places, the rains start after 20th May, while others start before 20th April, as shown in Fig 4. Mean onset dates and Mean cessation Dates for rainfall is shown in Fig 4 and Fig 5.

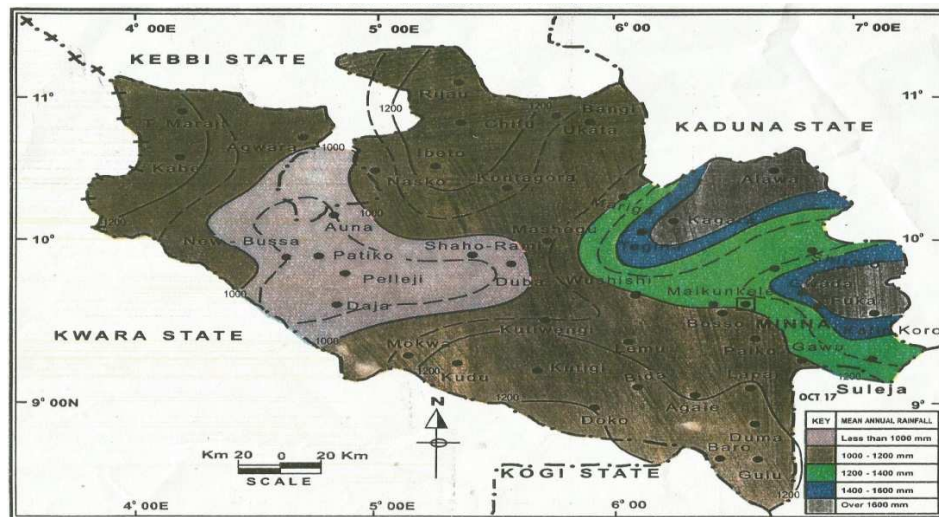


Fig. 3. Mean Annual Rainfall. Source: CCCFWR, FUT, Minna (2009)

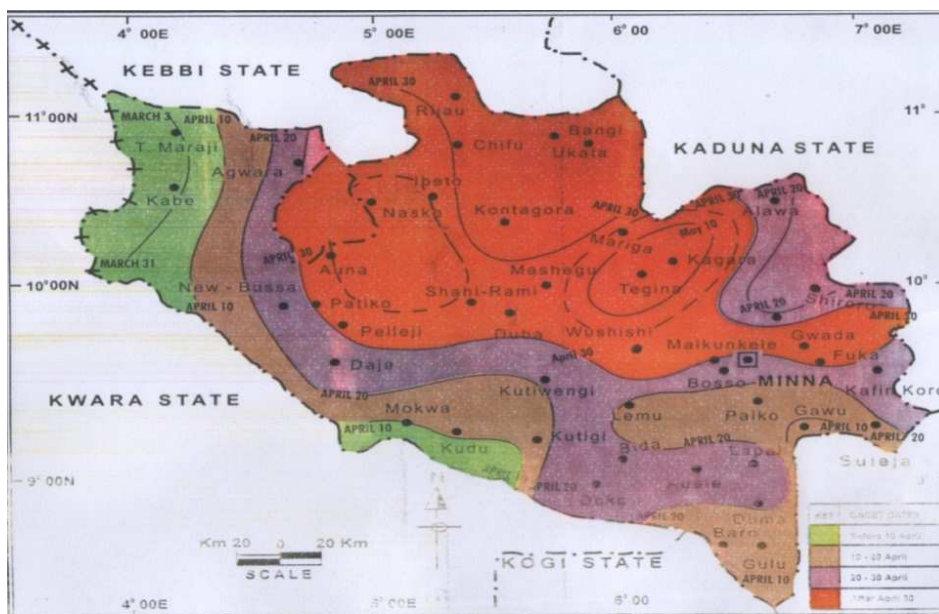


Fig. 4. Mean Onset Dates for Rainfall
Source: CCCFWR, FUT, Minna (2009)

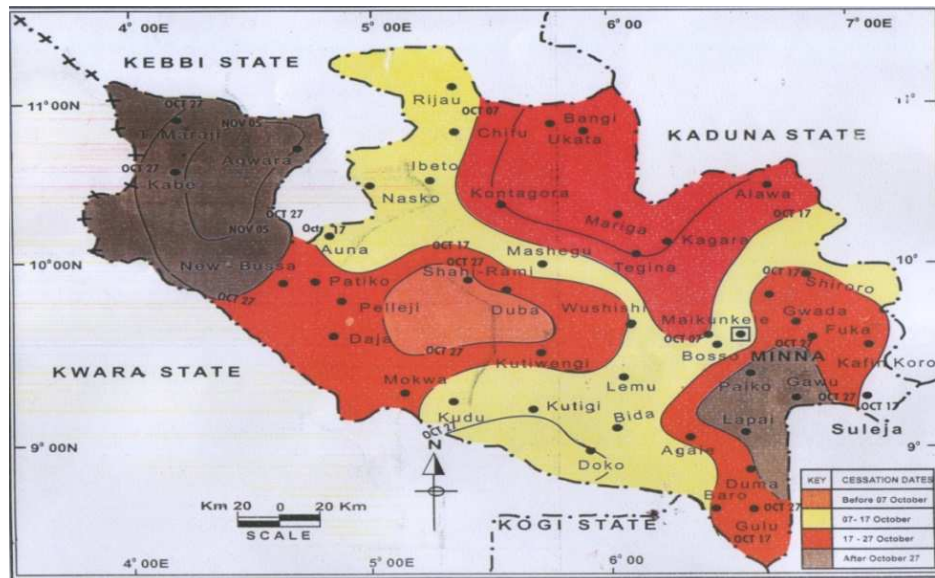


Fig. 5. Mean cessation Dates for Rainfall
Source: CCCFWR, FUT, Minna (2009)

Mean maximum temperature remains high throughout the year, hovering about 32°C, particularly in March and June. However, the lowest minimum temperatures occur usually between December and January when most parts of the state come under the influence of the tropical continental air mass which blows from the north. Dry season in Niger State commences in October. (Adefolalu & Oguntuyinbo 2005b)

Three major soil types that can be found in the State include the ferruginous tropical soils, hydromorphic soils and ferrosols. The most predominant soil type is the ferruginous tropical soils which are basically derived from the Basement Complex rocks, as well as from old sedimentary rocks. Such ferruginous tropical soils are ideal for the cultivation of guinea corn, maize, millet and groundnut (Adams, 1985).

Hydromorphic or waterlogged soils are largely found in the extensive flood plain of the Niger River. The soils are poorly drained and are generally greyish or sometimes whitish in colour due to the high content of silt. Ferrosols which developed on sandstone formations can be found within the Niger trough. Their characteristic red color enriched with a clay sub soil is noticeable in the landscape. Termite hills dot the

landscape, particularly between Mokwa, Bida and Kontagora. These can be seen along the major highways in the state. The Southern Guinea Savannah vegetation covers the entire landscape of the state. It is characterized by woodlands and tall grasses interspersed with tall dense species. However, within the Niger trough and flood plain region occurs tall trees and a few oil palm trees. In some areas, traces of rain forest species can be seen (Adams, 2000).

Niger State is one of the states battling with one form of ecological problem or the other since its creation in 1976. The situation degenerated with the construction of dams at Jebba, Kainji and Shiroro, resulting in flood problems occurring virtually every year. This is also apart from some areas like Rijau, Nasko and Magama that are prone to desertification. The State Government had at different times warned on the rate of desertification, noting that farming activities might soon be grounded. To combat this, tree planting projects had been aggressively embarked on. The state also experiences flooding as a result of the construction of the three hydro-electric dams in Niger State by the Federal Government which has been causing flooding of the lower part of the state and which incidentally accounts for about 60 per cent of the entire land area spread across two of the state's geopolitical zones (Adams, 2000b).

On annual basis, several hectares of farmland and property are usually lost in addition to loss of lives to flood either from water releases from the dams or as a result of heavy rainfall. In year 2010, over 250 communities were sacked from their communities. The area mostly affected is Muregi. Six people lost their lives, while several hundreds were rendered homeless as a result of the flood, the third to affect Muregi community in Bida Local Government Area of Niger State in a space of two years. According to Timothy (2012), it was realized that villagers had been fleeing the area in their hundreds while all economic activities had been dormant. Other places affected are Wuya Kede, Muye and Akere (NSEMA 2012b).

Nature of Data

Shuttle Radar Topography Mission Satellite Image

The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) is an international research effort that obtains digital elevation models on a near-global scale from 56° S to 60° N, to generate the most complete high-resolution digital topographic database of digital elevation models around the globe. The Digital Terrain Model (DTM) of Niger State came in 90m resolution, so it was resampled to 50m to get a better result for the vulnerability zones. The re-sampling was done with Global Mapper. The resampled image downloaded from the site is shown in Fig 6.

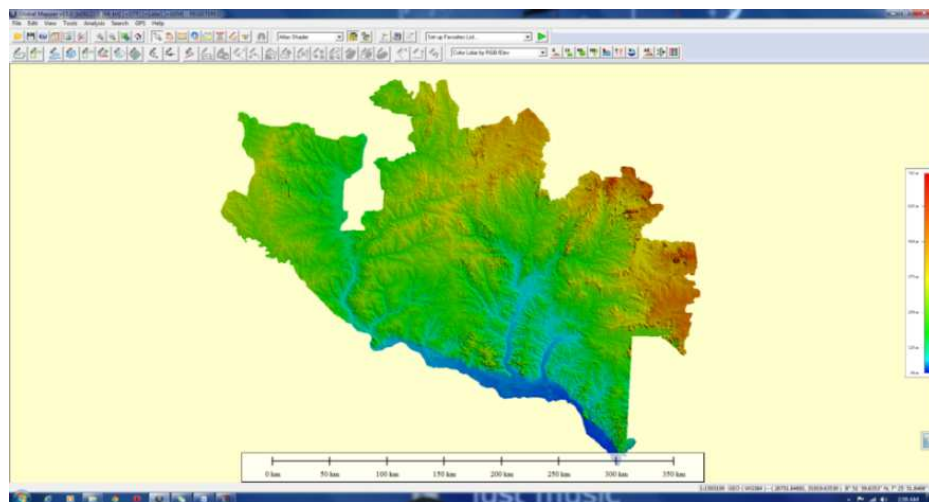


Fig. 6. SRTM Image of Niger State

From the DEM data loaded within the Global Mapper environment a contour map was generated, the contour was generated in polygon format so as to give an impression of the Area of Interest (AOI). The Digital Elevation Model was used to classify the state into vulnerable zones using height above lowest point in Niger State and proximity to water bodies in the state as basis for classification.

Rainfall Data

Rainfall intensity, rainfall duration and mean annual rainfall were collected from different weather stations namely, Minna, Suleja, Bida, Rijau, Badeggi, Kontagora, Lapai, Shiroro, Mokwa, and Jebba. The data was used to determine which of the rainfall variables constituted the primary cause of flood in Niger state. Rainfall intensity, rainfall duration and mean annual rainfall map generated by the Center for Climate Change and Fresh water Resources Federal University of Technology, Minna, were also used as standard classification criteria for areas with different rainfall intensity, mean annual rainfall and duration. The essence of this was to group the causes of flood in Niger State into two major groups; the primary and the secondary causes of flood.

Reconnaissance survey and Field observation

An initial survey was carried out to get first-hand information on the study area concerning up-to-date flood situations in the state, and to interact with the people especially those affected by flood in 2012. A survey was carried out to ascertain which communities were affected by flood and to what extent they were affected and also to determine the agricultural land that was destroyed in the 2012 floods. Soil samples were taken during the field observation exercise and GPS readings were taken and recorded.

Run-off properties of soil using curve number

The curve number model developed by United States Natural Resources Conservation Service is an empirical parameter used in hydrological study for predicting direct run-off or infiltration from rainfall excess. Based on the rainfall intensity map of Niger State, the state was divided into 5 zones, soil samples was taken purposively from each area and test carried out on each to get infiltration rate using curve number. It is given by

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Where **Q** = Runoff

P = Rainfall

S = the potential maximum soil retention after runoff begins

I_a = the initial abstraction or the amount of water before runoff, such as infiltration or rainfall interception by vegetation.

(USDA-SCS, 1972; Williams, 1995)

It is generally assumed that **I_a** = 0.2S

The runoff curve number CN is then related as $S = \frac{1000}{CN} - 10$

CN has a range from 30 to 100; lower numbers indicate low runoff potential while larger numbers are for increasing runoff potential. The lower the curve number, the more permeable the soil is.

Computing Runoff volume

In computing the runoff volume, the following steps were followed:

- Compute the Surface Storage: $S = (1000 / CN) - 10$
- Compute the Initial Abstraction: $I_a = 0.2 \times S$
- Compute the runoff in Inches: $Q = (P - I_a)^2 / (P - I_a + S)$
- Convert from inches to millimetres

Rainfall intensity, soil type, land use type, rainfall duration, approximate distance from rivers and elevation above sea level are all imputed into the quantum GIS software and a vulnerability map was generated for Niger State based on the studied variables.

Laboratory Techniques

The laboratory techniques used in this study include standard procedures for determining particle size distribution of gravel, sand, silt

and clay. This is to measure infiltration rate of each soil type in the state and relate it to rainfall intensity and duration to see at what point infiltration becomes zero. The procedure used in generating the map

Generation of Flood Vulnerability Map

The absolute location of the study area (Latitude and Longitude) was determined using a Global Positioning System. The latitude, longitude and height represented by X, Y and Z coordinates from the GPS and SRTM image were used to generate digital elevation model for the study area. The vulnerability of the study area based on height was determined from the digital elevation model. Coordinates from GPS Garmin 75 and satellite image was imported into Global Energy mapper where the elevation values for different points in the state were extracted and a digital elevation model was generated from Quantum GIS software. A vulnerability map of Niger State was developed based on elevation above sea level, land use type and proximity to natural and man-made water bodies. The high, moderate and low vulnerability areas were digitized in the Quantum GIS environment.

3. Results and Discussion

Rainfall intensity and soil type

According to the Centre for Climate Change and Fresh Water Resources Federal University of Technology, Minna, rainfall intensity in Niger State ranged from 0mm/hr to 70 mm/hr. Surface runoff, consequent on high intensity of above 50mm/hr which was aggravated by soil type, slope and settlement pattern, was one of the major causes of flood in Niger State. Niger State had five mean rainfall intensity levels as shown in (Fig 7). These places with different levels of intensity were associated with mean rainfall intensity of less than 36mm/hr, 36-40mm/hr, 40-50mm/hr, 50-60mm/hr, 60-70mm/hr. Apparently, rainfall intensity, infiltration rate of soil and topography (mainly slope) all contributed to runoff in Niger State.

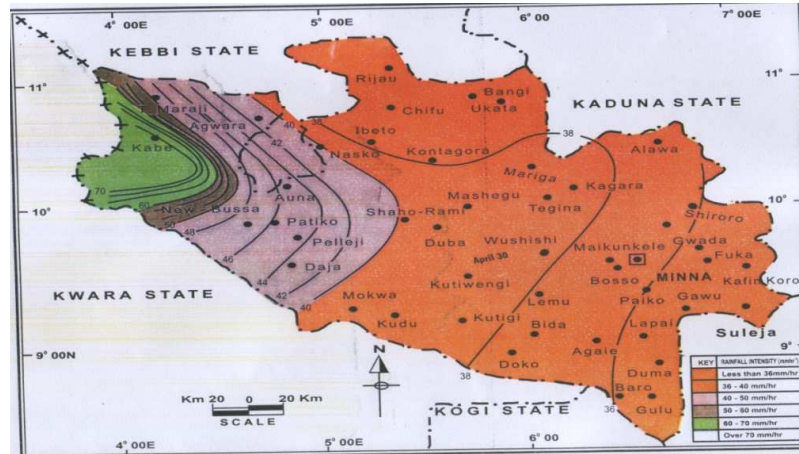


Fig. 7. Rainfall intensity for Niger State
Source: Adapted from CCCFWR, 2009

The result of the soil tests undertaken to determine the texture of the soils in the study area was given in Table 1. Soil texture was modelled after United States Department of Agriculture soil textural classification.

Table 1

Soil Texture in the Study Area

Rainfall Intensity Area (mm/hr)	0-35	36-40	40-50	50-60	60-70
Gravel (Laterites %)	14	0	11	0	0
Sand (%)	52	95	10	98	72
Silt (%)	13	5	18	2	13
Clay (%)	21	0	61	0	15
Soil textural class (USDA textural triangle)	GSC	S	GC	S	LS
GSC – Gravel, sand and clay					
S – Sand					
GC – Gravel and sand					
LS – Loam and sand					

Source: Field work, 2013

Table 1 showed that the soils in the state contained more of sand, than clay and gravel. This means that infiltration and percolation is low. There is very little quantity of rainfall that percolates into the soil and a large amount flows as runoff. Considering the intensity and duration of

rainfall in the state and relating it to infiltration rate, it is obvious that places with high rainfall intensity tend to have higher runoff. However, there are other factors that aggravate flood problems in Niger State, these factors show that making a definite assumption that places with higher rainfall intensity have higher runoff and thus experience flood more than places with low rainfall intensity may not be correct for all times and conditions. Some secondary factors aggravate flood beyond the primary causes. These factors are land use type, construction of residential buildings on flood plains and reservoir operations. These secondary factors are products of the primary factors and thus cannot be studied in isolation, hence the need to establish the secondary causes of flood in Niger State.

Land use type

The major land use types in Niger State are residential, commercial, agricultural and open land. The residential area is further divided into two based on population density. There is no place in Niger State with high population density, what is obtainable is medium and low population density. Soil type that was collected from each land use type in each rainfall intensity stratum was analysed using the curve number model, the results were presented in Fig 8.

The result from Fig 8 showed that land use type was one of the secondary factors that triggered runoff. The study identified rainfall and soil type as the primary causes of flood in Niger State. Relating rainfall intensity and soil type with land use types, helped to determine the rate of infiltration and runoff for each land use type.

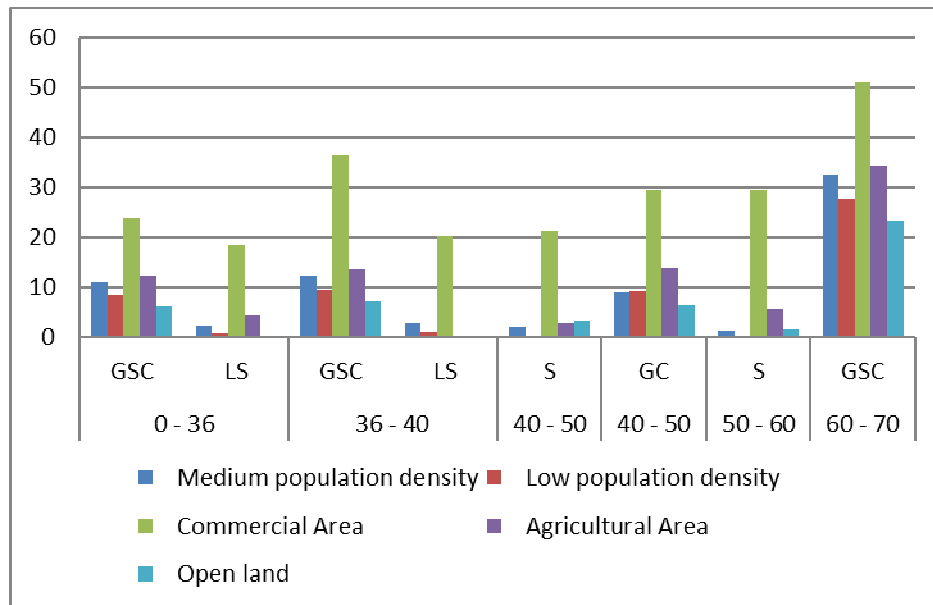


Fig. 8. Runoff values for different land use types

Figure 8 shows the difference in runoff for each land use type; firstly, there is difference in runoff for places with the same soil type and same rainfall intensity but different land use types. Areas with rainfall intensity of between 0-36mm/hr with soil type characterized by a mixture of gravel, sand and clay and infiltration of between 0-1.27 mm/hr are places with actual runoff of 11.13 mm/hr, while places with low population density even though they are both residential areas, have actual runoff of 8.44 mm/hr. Commercial area have the highest amount of runoff of 23.78 mm/hr, while open land has the lowest amount of runoff of 6.25 mm/hr. The low amount of runoff for open land is because the flow pattern and drainages on the soil have not been tampered with. Agricultural area is next in high amount of runoff; this is caused by regular cultivation which has loosened the top soil thereby making the flow of water on the surface free especially along slopes. In contrast, places with soil type characterized by gravel, sand and clay to areas with loam and sand within the zone of 0-36 mm/hr of rainfall intensity have different runoff rates. Though soil type in the commercial area has the highest runoff rates, the runoff is less than that of the

Medium Population Density areas. This shows that land use type affects runoff in Niger State.

In other places in the state with different rainfall intensity and soil type, commercial areas have the highest runoff; places with medium population density area are next, while open area have the least runoff incidence. Agricultural land and low population density areas have runoff greater than open land. This is in tandem with the findings of Swaroop (2005), Munich Reinsurance (2002), NIOSH (2003) and Ologunorisa (2006), which states that land use type is a major factor that contributes significantly to flood problems in Nigeria and around the world.

Reservoir Operations

There are three major dams in Niger State, Nigeria. The Kainji Dam built in 1968, Jebba Dam built in 1985 and Shiroro Dam built in 1990. A fourth dam is being built at Zungeru, also in Niger State. These are all hydroelectric dams that generate a potential combined power output of 1,900 megawatts.

Table 2

Dams in Niger State and their Characteristics

Dam	Capacity (Million m³)	Surface Area	Primary Usage
Jebba	3600	35,000	HEP
Kainji	15000	130,000	HEP
Shiroro	2700	31,200	HEP

Source: David & Adebayo, 2012

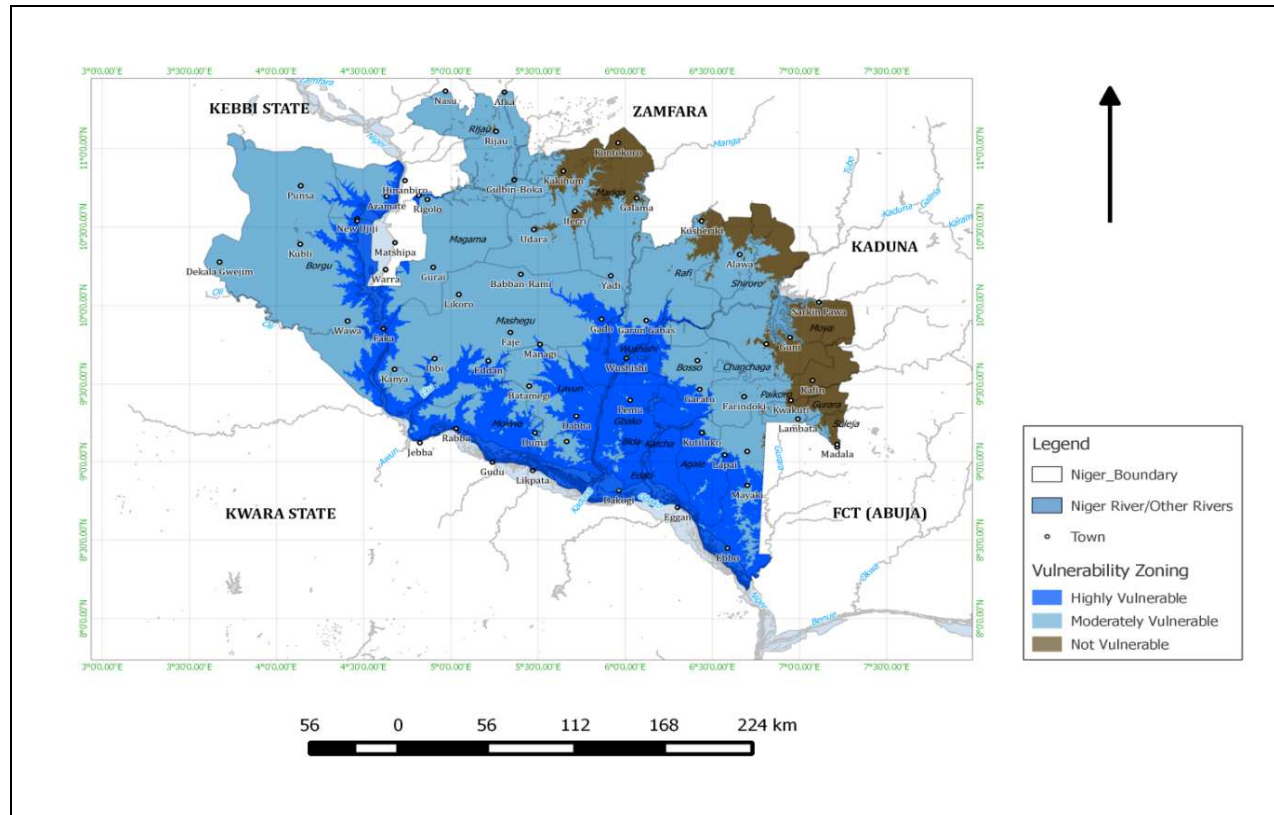


Fig. 9. Flood Vulnerability Map of Niger State

From the vulnerability map as shown in Fig 9, the highly vulnerable, moderately and low vulnerable areas to flood have been clearly established. The vulnerability map of the state also shows that 19 out of the 25 Local Government Area in the state are vulnerable to flood, while only six are not vulnerable to flood. Even then, these six Local Government Areas (LGAs) are not completely free of flood events, a small part of these LGAs are vulnerable to flood. The LGAs are: Mariga, Munya, Shiroro, Rafi, Gurara and Suleja. Some of these areas are located in the highland regions in the state, and have never been affected by flood in the history of Niger State. Indeed the worst floods to have hit the state in recent times the 2012 and 2013 floods, did not affect any of these places. The study identified two major causes of flood in Niger State, namely; primary which includes; soil type, rainfall intensity, rainfall duration and secondary sources which include reservoir operations and building of structures along flood plains. It further established that highly vulnerable places are places with close proximity to the Rivers in the state, especially rivers Niger and Kaduna.

Conclusion

The study revealed two major causes of floods in the State namely primary and secondary causes. The primary causes identified are soil type, rainfall intensity and rainfall duration while the secondary causes include reservoir operations and building of structures along the flood plains. It further established that highly vulnerable places were places with close proximity to the Rivers in the state, especially rivers Niger and Kaduna that coincided with the places that have been affected by flood in the past fall within these highly vulnerable zones. The vulnerability map of the state also shows that 19 out of the 25 Local Government Area in the state are vulnerable to flood, while only six are not vulnerable to flood. Even then, these six LGAs are not completely free of flood events, a small part of these LGAs are vulnerable to flood. These LGAs are Mariga, Munya, Shiroro, Rafi, Gurara and Suleja. The study advocates involvement and enforcement of an environmental policy to curtail

unstainable agricultural activities on and discourage wanton destruction of environmental sensitive areas for unapproved developments.

REFERENCES

- Adams, W.M., (1985). *The Downstream Impacts of Dam Construction: A Case Study from Nigeria*. Transactions of the Institute of British Geographers N.S. 10: 292-302.
- Adams, W.M. (2000a). *Social Impacts of Large Dams: Equity and Distributional Issues, Report to World Commission on Dams*. Thematic Review II Social Impacts of Large Dams; Equity and Distributional Issues.
- Adams, W.M. (2000b). *Social Impacts of Large Dams: Equity and Distributional Issues, Report to World Commission on Dams*. Thematic Review II Social Impacts of Large Dams; Equity and Distributional Issues.
- Adefolalu, D.O. (1986) Rainfall Trend in Nigeria, Theoretical Application to Climate, Vol 3: 205-209.
- Adefolalu, D.O. and Oguntinyinbo, J.S., (2005a). On Rainfall Distribution and Agricultural Planning. *Journal of Tropical Geography*, vol. 1 (ii), pp. 9-13.
- Adefolalu, D.O. and Oguntinyinbo, J.S., (2005b). On Rainfall Distribution and Agricultural Planning. *Journal of Tropical Geography*, vol. 1 (ii), pp. 9-13.
- Center for Climate Change and Freshwater Resources (2009): Eco-climatic Atlas of North-central Nigeria, CCCFWR, Minna. Vol 1 No 1.
- David, O.O. and Adebayo W.S. (2012). Assessment of Impact of Hydropower Dams Reservoir Outflow on the Downstream River Flood Regime – Nigeria's Experience, Hydropower – Practice and Application, Dr. Hossein Samadi-Boroujeni (Ed.), ISBN: 978-953-51-0164-2, InTech, Available from: [assessment-of-impact-of-hydropowerdams-reservoir-outflow-on-the-downstream-river-flood-regime-niger](http://www.in-tech.com) SEPT, 17th 2013.
- Munich Reinsurance, (2002) Topics: Annual review: Natural catastrophes 2002. Munich Reinsurance 52 p. (<http://www.munichre.com>). Sept 2003.
- Niger State Bureau of Statistics (2011a). Facts and Figures about Niger State, Niger State Statistical Yearbook, 2011 Edition.
- Niger State Bureau of Statistics (2011b). Facts and Figures about Niger State, Niger State Statistical Yearbook, 2011 Edition.
- Niger State Bureau of Statistics (2011c). Facts and Figures about Niger State, Niger State Statistical Yearbook, 2011 Edition.
- Niger State Bureau of Statistics (2011d). Facts and Figures about Niger State, Niger State Statistical Yearbook, 2011 Edition.
- National Institute of Occupational Safety and Health (2003). Sand and gravel mining facts. Publication No 2003 – 134, July 1-2. [Online] Available: www.cdc.gov/niosh/mining/pubs/pubreference (November 20, 2008).
- Ologunorisa, E.T., (2006) *Flood Risk Assessment and Management in Nigeria: Perspective from the Niger Delta*. Selfers Educational Books. pp. 156.

- Shi, P. and Wang, J. (2010): *Atlas of Natural Disaster System of China*. Science Press, Beijing.
- Swaroop, R. (2005) Factors Influencing the Incorporation of Hazard Mitigation During Recovery from Disaster. *Journal of Natural Hazards*. 22: 185-201.
- Timothy, O. (2012). Flood Displaces 8 LG Residents in Bauchi Niger and Taraba States –NEMA. The Sun Newspaper, Thursday, September, 2012. <http://www.sunnewsonline.com/webpages/news/national/2011/aug/29/national-29-08-2012-021.html>
- United Nations. Bureau for Crisis Prevention and Recovery (2005). *Reducing Disaster Risk: A Challenge for Development*. Accessed at <http://www.undp.org/bcpr/disred/rdr.htm> on Sept. 21.
- United State Department of Agriculture-Soil Conservation Service (1972). National Engineering Handbook, Hydrology Section, Chapters 4 -10. Washington, D.C.
- Williams, J.R. (1995). The EPIC Model. In Singh, V.P.(ed.): Computer Models of Watershed Hydrology. Water Resources Publication pp. 909-1000.

<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/5>

**EXTREME HEATING IN CITIES OF THE ROMANIAN PLAIN.
CERTAINTIES AND UNCERTAINTIES
ABOUT THE FACTORS OF INFLUENCE**

**CĂTĂLINA MĂRCULEȚ¹, FLORINA GRECU²,
SORIN CARABLAISĂ³, CRISTINA DUMITRICĂ¹**

Abstract

The paper presents the extreme heating, highlighted in the form of the days with temperature $\geq 35^{\circ}\text{C}$, in the Romanian Plain, one of the territories of Romania with the most intense heating. The study is based on the processing of daily data of the maximum air temperature, registered by the National Meteorological Administration, for the stations located in 7 cities of the Romanian Plain. These extreme situations were analyzed by: calculating the total number of days gathered year by year and extracting the periods with such successive days of different durations, calculating their frequencies for the analyzed period, identifying the maximum duration intervals of each year and outlining their evolution trends. The extreme intensity of the heating, represented by the absolute maximum values extracted from the entire period, are described by the manifestation data both in the air and on the ground. The extraordinary magnitude of the phenomena was also highlighted by the MODIS satellite data. At the end the factors that influence the occurrence of these extreme phenomena are recalled.

Keywords: *extremes, heat, Romanian Plain, influence factors.*

1. Introduction

In the Romanian Plain, 66 cities were developed with an unequal distribution in the territory, determined by a series of historical and

¹ Institute of Geography of the Romanian Academy, Dimitrie Racoviță Str., No. 12, 023993, Sector 2, Bucharest, Romania. Email: catalina.marculet@gmail.com

² University of Bucharest, Faculty of Geography, N. Bălcescu Bd., No. 1, sector 1, 010041, Bucharest, Romania. Email: grecu@geo.unibuc.ro

³ University of Bucharest, Faculty of Geography, Research Station Orșova, Romania.

social factors and by those relief features that favored their appearance and development.

The exacerbation of extreme thermal phenomena, felt especially in the hot season of the year, is an indicator of the global warming trend. This major climatic danger has accelerated its intensity in the last years, the Romanian Plain being one of the most affected region of the country prone to intense heating.

Situation with extreme heating during the hot season of the year are highlighted in the form of days when the maximum temperatures reach and exceed the 35 Celsius degree threshold – extremely hot days. Those high air temperatures are reflected on the ground surface temperature (LST), which can exceed 60°C, depending on the nature of the material exposed. If we focus on the constantly growing urban areas, where most of the population tend to live and work, we can detect some vulnerable areas that heat very fast during the day, and remain very hot even during the night that have a negative impact (Mărculeț, Dumitrică, 2020).

The main factor that determines the climate is the geographical position. Located in central-Eastern Europe, the Romanian Plain benefits from a temperate climate, the location of cities in various physic-geographical features introducing differences in the regime of climatic phenomena - several climatic shades. Depending to their geographic (geomorphologic) location the following cities alignments were identified (Grecu et al 2012a): cities along the contact with the Bending Subcarpathians and the Getic Tableland near rivers that widen their valleys once release from the hilly area, on their terraces as well as along the morphologic contact (in northern part of the region – e.g. Buzău); cities along the Danube (at the contact of the flood plain-terraces, e.g. Drobeta-Turnu Severin, Călărași, Galați); cities developed in the plain area, along morphologic-hydrologic or lake alignments (Bucharest – Romania's capital city, Craiova); cities developed in the interfluvial area (highlands) – usually small cities resulted from villages (e.g. Roșiorii de Vede) (Figure 1).

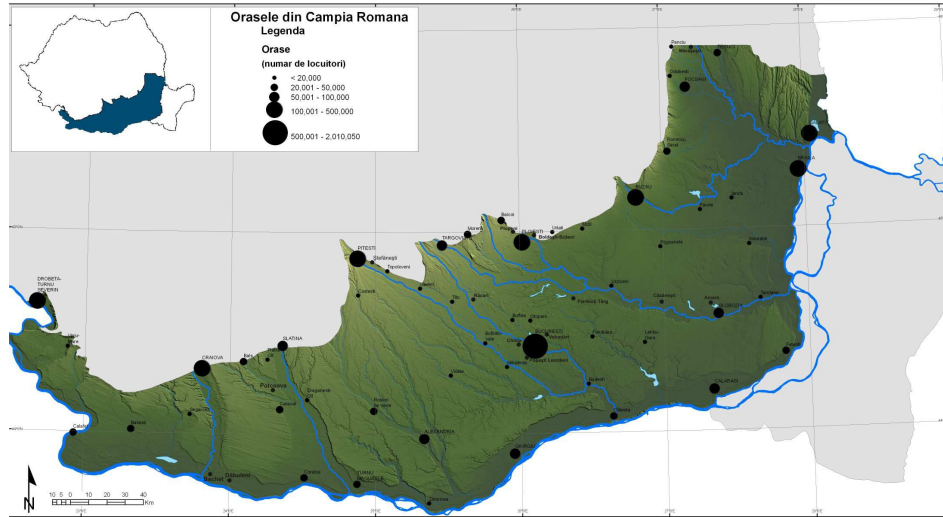


Fig.1. The cities of the Romanian Plain. Geographical position and size according to the number of inhabitants (Grecu et al 2012a)

2. Data and Method

Based on the meteorological data recorded by the National Meteorological Administration (ANM), available within the European Climate Assessment and Datasets project, the study started from processing the daily recordings of the maximum temperatures for a period of 55 years (1961-2015) of the 7 weather stations within the Romanian Plain: Bucharest-Băneasa, Buzău, Călărași, Craiova, Drobeta-Turnu Severin, Galați and Roșiorii de Vede.

First, the daily data permitted a detailed analysis of the extremely hot situations by: calculating the total number of days gathered year by year and extracting the periods with such successive days of different durations, calculating their frequencies for the analyzed period, identifying the intervals with maximum duration of each year and outlining their evolution trends. Finally, the cases of extreme heat are specified, in which the absolute maximum values of each weather station for the period 1961-2015 have been reached.

Considering the fact that the Romanian Plain has small altitudinal differences and an almost imperceptible variation of thermal values in the region, to obtain an adequate interpretation of the phenomena, a synthetic map was made using the cases of extremely hot days summed on the entire period of 55 years, providing thus a suggestive territorial distribution of the studied phenomena.

Also, in order to analyse the relationship between the components of the urban environment and the land surface temperature (LST) during the episodes of extreme heat for the selected cities two types of data were used: the landuse/cover data from the the CORINE Land Cover (CLC) 2000 and 2006 product of the Copernicus Land Monitoring Services provided by EU Copernicus programme and the LST from MOD11_L2 and MYD11_L2 products of MODIS satellite sensors TERRA and AQUA, which have a moderate spatial resolution (500 m - 1 km), but a daily temporal resolution. The results obtained are meant to highlight the type of areas with highest thermal stress.

3. Results

The variability from year to year of the extremely hot consecutive days intervals, illustrated on the graphs constructed for each of the seven stations, indicated the recording of the increasing values in the last years – 2000, 2007 and 2012 (Figure 2).

The maximum intervals of extremely hot consecutive days show that almost all the situations were met in 2007, in the conditions of the hottest year of the studied period, the records lengths of 9-10 days with temperature $\geq 35^{\circ}\text{C}$ being reached between 16-25 of July.

On the same graphs were compared the year-on-year evolution of the total number of extremely hot episodes (regardless of duration) and it is observed that years 2012, 2000 and 2007 represented also the highest peaks, with different values amounts from a station at another (Fig. 2).

The year 2007 represented a record in terms of lengths of extremely hot days intervals, while 2012 (2000 for Drobeta-Turnu Severin) are a record through number of such intervals.

These similar and parallel situations are highlighted by the outline of linear trends that show accentuated increases not only for the total number of such hot intervals, but also for their maximum durations. Among the most accelerated warming tendencies are observed at Drobeta-Turnu Severin, Galați, Buzău and Călărași.

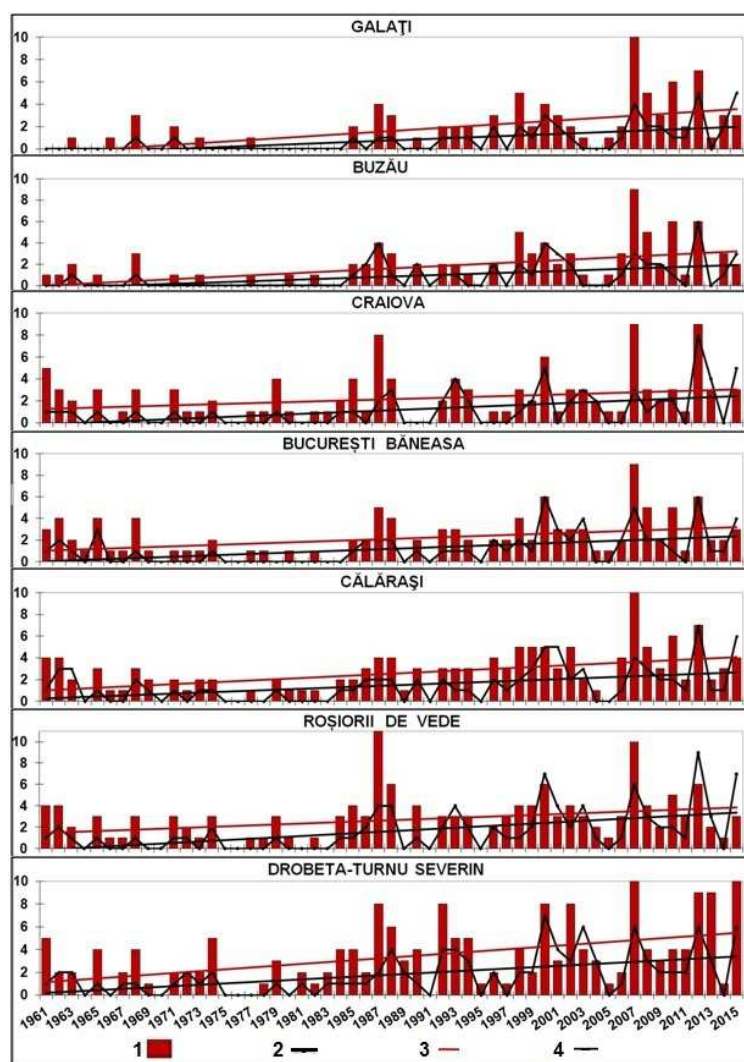


Fig. 2. Variation of extremely hot consecutive days intervals (1961-2015):
1. maximum duration of intervals; 2. total number of intervals; 3. linear evolution
of maximum duration; 4. linear evolution of the total number of intervals

The absolute maximum values extracted from the entire period (1961-2015) exceeding 42°C at most of the analysed stations, except for Buzău and Galați, which exceed only 40°C threshold (table 1).

Table 1

Absolute maximum values of temperature (1961-2015)

Stations	Values (°C)	Data of occurrence
Roșiorii de Vede	42,7	24 iulie 2007
Craiova	42,6	24 iulie 2007
Drobeta-Turnu Severin	42,6	4 iulie 2000
Călărași	42,3	5 iulie 2000
București-Băneasa	42,2	5 iulie 2000
Galați	40,5	22 iulie 2007
Buzău	40,3	23 iulie 2007

From the data of occurrence of extreme heat at each station it is pointed out that years 2007 and 2000 represented break-records of the most intense heating.

The map of the territorial distribution of the total number of extremely hot days, summed throughout the whole period of observation, show large differences between the studied cities, the highest values being more than double compared to the smallest ones: Drobeta-Turnu Severin 441 days/period, Roșiorii de Vede – 368, Călărași – 348, Bucharest-Băneasa – 279, Craiova – 254, Buzău – 193 and Galați – 110 extremely hot days/period (Fig. 3).

Can be observed a generalised decreasing from west to east and from south to north, according with latitudinal and geographical position that conditioning the amount of solar radiation received on the ground and with the exposure at the tropical air advections which are registered more frequent from southwest direction. The local conditions of the stations introduce additional diversifications in the distribution of extreme heating phenomena. For example, in Galați, the proximity of the aquatic surfaces moderates the incidence of these extreme phenomena, while in Roșiorii de Vede the cumulation of the thermal stress with the hydric one induces the exacerbation of the heating.

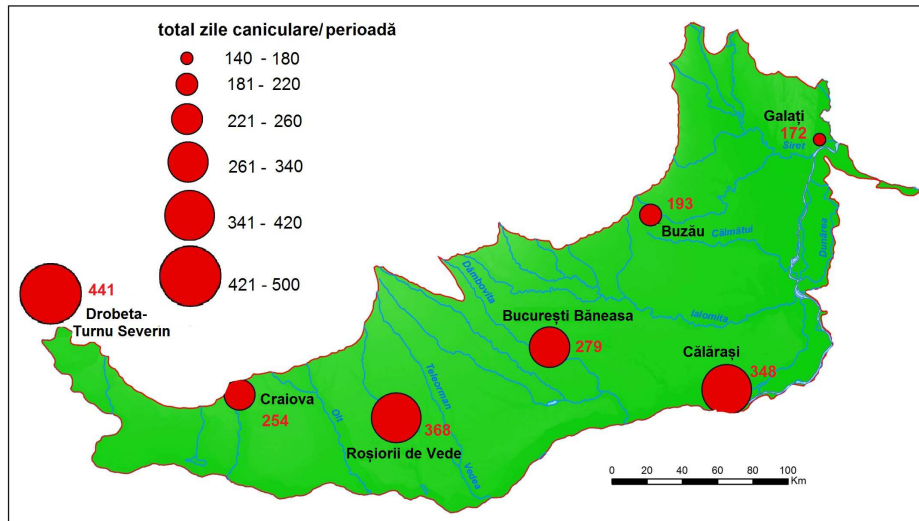


Fig. 3. Total number of extremely hot days/period (1961-2015)

During the record-breaking episodes of July 2000 and 2007, the exacerbation of heating culminated in exceeding the 40°C threshold in air at many weather stations in Romania.

At Drobeta-Turnu Severin the highest value of air temperature (42.6°C) was recorded on July 4, 2000, in the conditions of hot air advection from North-Africa and the persistence of anticyclonic activity. These extreme values were registered during an episode of 7 consecutive extremely hot days, July 2-8, when maximum temperatures did not decrease under 35°C.

From the MODIS satellite data available for July 4, 2000, the maximum daytime land surface temperature (LST) is visible (in red color) over the residential and industrial surfaces (in red and purple color, according with Corine Land Cover – CLC code). On the contrary, the surfaces covered with forests (green) and pastures (yellow) or situated near the Danube river water (blue) show lowest temperature. Middle values were registered over agricultural areas – arable lands or with permanent crops – north of residential areas (Figure 4).

The temperature inside the city are higher, making visible the urban heat island, with an amplitude of 2-6°C compared to the adjacent

surfaces (Figure 4). The compact sealed areas within the city are the additional causes that have intensified this extreme heating.

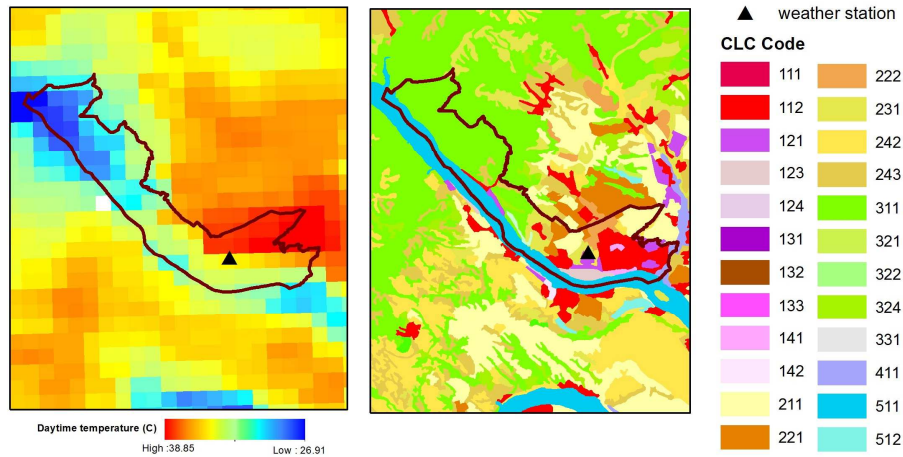


Fig. 4. Drobeta-Turnu Severin City: LST data for spatial variation of the temperature (left); distribution of the different types of surfaces (right) – CLC nomenclature according to Feranec et al, 2016

The episode of consecutive extremely hot days on mid-summer of the year 2000, comparing with Drobeta-Turnu Severin, was shorter at București-Băneasa and Călărași (between July 3-6) and the absolute maximum values of temperature reached 42.2°C and 42.3°C, respectively, in July 5.

On the images from MODIS satellite of this break-record common day, can be found that the position of weather station is in the northern part of Bucharest city, near the forested area or covered with permanent crops, while the Călărași station is in residential area, accordingly to the CLC Code (Figure 5b, d). In both cities, the forests (in green), green urban areas (pink) and waters surfaces (blue) contributed to decrease the intensity of heating, but the urban and industrial surfaces were much warmer, resulting an amplitude up to 10°C (Figure 5). In the center of Bucharest, the maximum daytime land surface temperature (LST) was over 45°C, much higher than the temperature registered at the weather station, indicating that the air temperature above the compact residential surfaces reached more than the official record meteo – 42,2°C (Figure 5a).

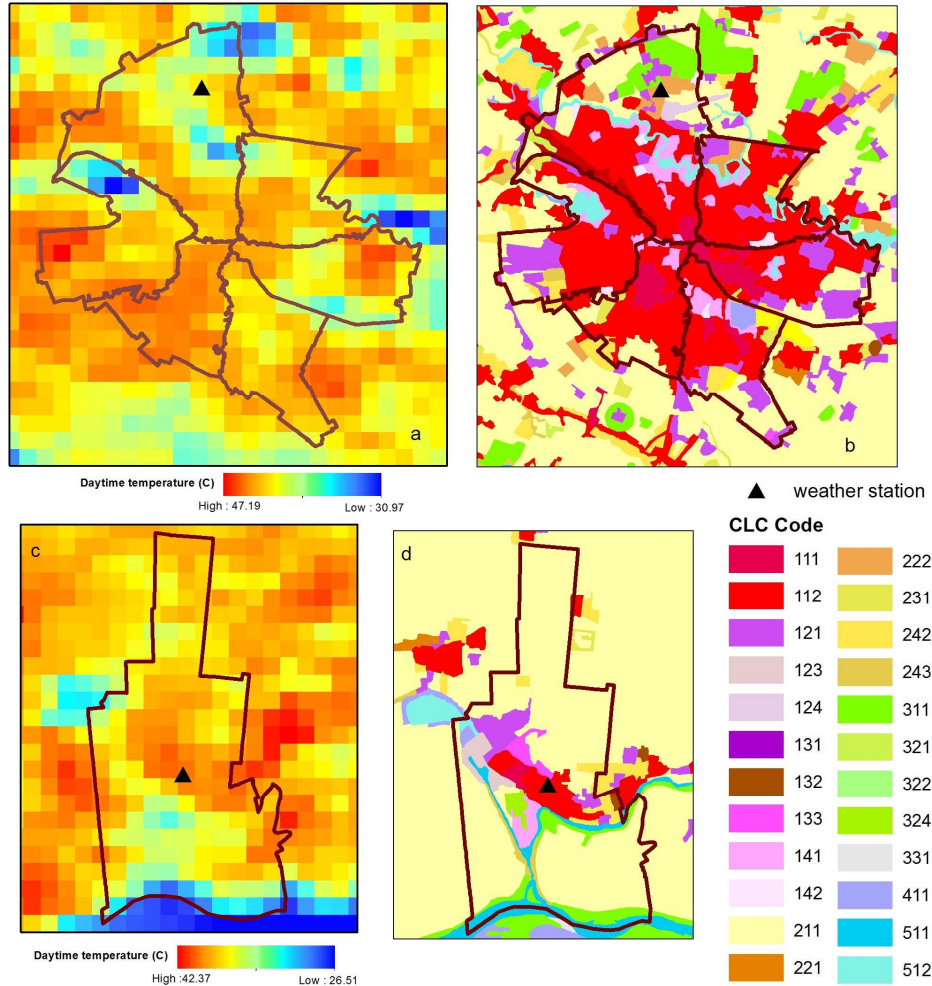


Fig. 5. Bucharest (top) and Călărași (below): LST data for spatial variation of the temperature (a, c); distribution of the different types of surfaces (b, d) – CLC nomenclature according to Feranec et al, 2016

The second record-breaking of extreme heating was reached in the episode of July 2007, between 16-25, at Galați (on July 22), Buzău (on July 23), Craiova and Roșiorii de Vede (on July 24). Causes of this rare situation were the extraordinary extension of anticyclone that facilitate the advection of hot Saharian air from south-west, associated with the intensification of local insolation processes (Mărculeț, Mărășoiu, 2016).

Comparing the images for Buzău and Galați, when the highest values of air temperature (40.3°C and 40.5°C) in the entire analysed period were reached at this weather stations, interesting differences can be observed between several type of surfaces.

The images for Buzău city, that show the situation of absolute extreme heat registered on 23 of July, 2007, relief that the highest values of the lands' surfaces temperature were specific over the arable lands and not on the artificial surfaces. These residential and industrial surfaces, that are in near areas with significant natural vegetation on the meadow of Buzău river, benefit of the moderation influences (Figure 6 a, b).

On 22 of July, 2007, at Galați was registered lower values on the residential and industrial surfaces than over the agricultural areas, because the proximity of the aquatic surfaces (rivers and lakes) moderates the incidence of the extreme heat (Figure 6 c, d).

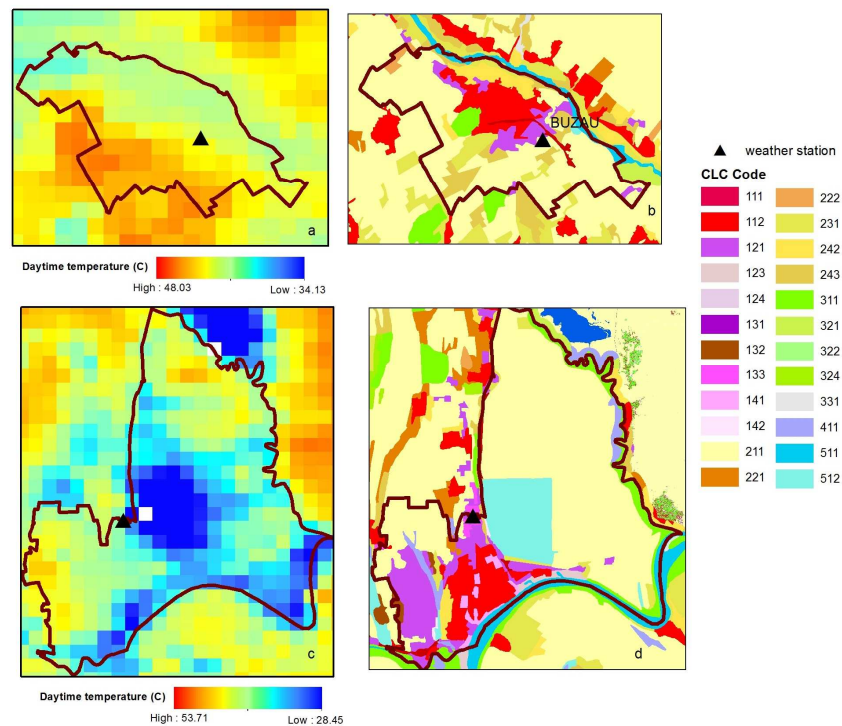


Fig. 6. Buzău (top) and Galați (below): LST data for spatial variation of the temperature (a, c); distribution of the different types of surfaces (b, d) – CLC nomenclature according to Feranec et al, 2016

The absolute maximum values of temperature are lower at Buzău and Galați, and doesn't reach 42°C like at the other stations. This can be explained by the local characteristics of these two cities described above.

On July 24, 2007, at Craiova was recorded 42.6°C, these extreme values being registered at the end of 9 consecutive extremely hot days.

On the image from the MODIS satellite data available for July 24, 2007, higher land surface temperatures (LST) are visible over the residential and industrial area. Outside the city, the surfaces covered with forests and pastures show the lowest temperatures (Figure 7a, b). Taking into account that the weather station is situated at the edge of the administrative boundary of Craiova, the temperature inside the city were even higher than 42.6°C, due to the visible urban heat island (Figure 7a).

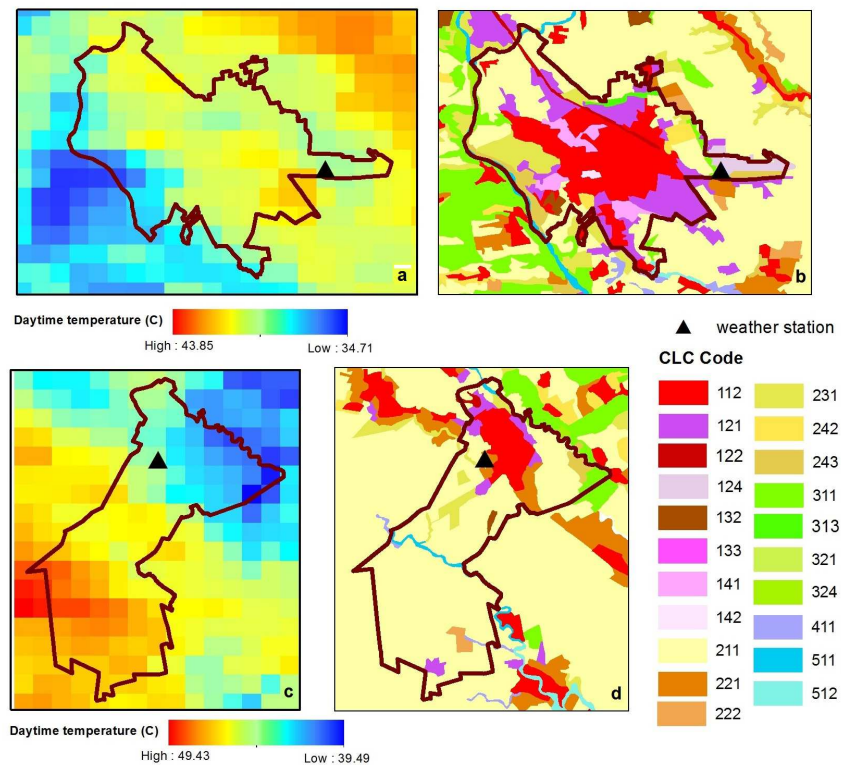


Fig. 7. Craiova (top) and Roșiorii de Vede (below): LST data for spatial variation of the temperature (a, c); distribution of the different types of surfaces (b, d) – CLC nomenclature according to Feranec et al, 2016

The absolute break-record of extreme heating in the studied region was registered at Roșiorii de Vede on July 24, 2007, when the maximum temperature of the day reached 42.7°C.

Interesting fact is that Roșiorii de Vede is the smallest city among the 7 studied here, and its artificial surfaces are not the warmer on the image from the MODIS satellite. The highest temperature on the surface (around 50°C) were recorded in the south-western part of the administrative territory, at the level of the arable lands, where the black soil without vegetation, heated very strongly exerting influence on the urban temperature nearby (Figure 7c, d).

Conclusions

The record heat episodes registered in 2000 and 2007 were the expression of the most severe warmings caused by the combination of several factors. These extreme phenomena are the effect of hot and dry air advection, accentuated by excessive local heating on different types of surfaces, in conditions of low air humidity and clear sky, specific to the persistence of anticyclonic activity.

The climatic factors shape a certain regional climate at the level of the Romanian Plain, imposing a general pattern valid in the spatial characterization of the extreme heating: felt with greater duration and intensity, but also more frequently in the central parts and in its southern extremity, on the Danube Valley. But a number of local influences, from the level of the various surfaces in the studied cities, introduce discontinuities in the distribution of the phenomenon.

The tendency of heating, started from 1986-1987 (Grecu et al., 2012b), is becoming more and more pronounced in recent years in the studied region, regardless of the local influences and climatic shades. Moreover, in the coming decades it is expected that the increase in the frequency of these phenomena will continue, the intensification and prolongation of heat episodes being a major danger, primarily for the health of people living in cities.

REFERENCES

- Bogdan, O., 1998, 'Fréquence de refroidissements et des réchauffements massifs pendant le dernier siècle en Roumanie', *Revue Roumaine de Géographie*, 42, pp. 69-80.
- Bogdan, O., Niculescu, E., 1999, *Riscurile climatice din România*, Institutul de Geografie, București.
- Bogdan, C., 2006, 'Patologia de caniculă – o problemă actuală de sănătate publică', *Revista Medicală Română*, 53 (2-3), pp. 79-83.
- Bojariu, Roxana et al. 2015, *Schimbările climatice – de la bazele fizice la riscuri și adaptare*, Editura Printech, București.
- Dessai, S., 2003, 'Heat stress and mortality in Lisbon Part II. An assessment of the potential impacts of climate change', *International Journal of Biometeorology*, 48 (1), pp. 37-44.
- Feranec, J., Hazeu, G., Kosztra, B., Arnold, S. (2016), *European Landscape Dynamics. CORINE Land Cover Data*, section II: "CORINE land cover nomenclature." 17-27.
- Gabriel, K., Endlicher, W.R., 2011, 'Urban and rural mortality rates during heat waves in Berlin and Brandenburg, Germany', *Environmental Pollution*, 159, pp. 2044-2050.
- Grecu, F., Comănescu, L., Ghiță, C., Săcrieru, R., Toroimac, G., Vișan, M., 2012a, 'Facteurs favorables a la genese et au developement des villes de la Plaine Roumaine', in vol. *Villes : Dynamiques, Climat et Environnement*, ed. Taoufik El Melki, Noomene Fehri, Tunis, 51-64.
- Grecu, F., Zaharia, L., Ghiță, C., Comănescu, L., Cîrciumaru, E., Albu, M. (2012b), *Sisteme hidrogeomorfologice din Câmpia Română. Hazard – Vulnerabilitate – Risc*, coord. Grecu, F., Editura Universității București.
- European Union, Copernicus Land Monitoring Service 2018, European Environment Agency (EEA), *CORINE Land Cover 2000*, viewed 21 January 2020, <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2000>
- European Union, Copernicus Land Monitoring Service 2018, European Environment Agency (EEA), *CORINE Land Cover 2006*, viewed 21 January 2020, <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2006>
- Klein Tank, AMG and Coauthors 2002, 'Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment', *International Journal of Climatology*, 22, viewed 9 April 2020, <https://www.ecad.eu/>.
- Knowlton, K., Lynn, B., Goldberg, R.A., Rosenzweig, C., Hogrefe, C., Rosenthal, J., Kinney, P.L., 2007, 'Projecting heat-related mortality impacts under a changing climate in the New York City region', *American Journal of Public Health*, 97 (11), pp. 2028-2034.
- Kusaka, H., Hara, M., Takane, Y., 2012, 'Urban climate projection by the WRF model at 3 km horizontal grid increment: Dynamical downscaling and predicting heat stress in the 2070's August for Tokyo, Osaka, and Nagoya metropolises', *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 90B, pp. 47-64.
- Masson, V., Marchadier, C., Adolphe, L., Aguejdad, R., Avner, P., Bonhomme, M., Bretagne, G., Briottet, X., Bueno, de Munck C., Doukari, O., Hallegatte, S., Hidalgo, J., Houet, T., Le Bras, J., Lemonsu, A., Long, N., Moine, M.P., Morel, T., Nolorgues, L., Pigeon,

- G., Salagnac, J.L., Viguié, V., Zibouche, K., 2014, 'Adapting cities to climate change: A systemic modelling approach, *Urban Climate*, 10, viewed 12 December 2019, <<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2014.03.004>>.
- Mărculeț, C., Dumitrică, C., 2020, 'The excessive heatings in the Romanian Plain', *Central European Journal of Geography and Sustainable Development*, 2(1), pp. 30-37.
- Mărculeț, C., Mărășoiu, D., 2016, 'Summer temperature extremes and their influence on the South-East Development Region', *International Journal of Cross-Cultural Studies and Environmental Communication*, Special Issue. F. Mihăilescu symposium on Applied Climatology, pp. 18-25.
- Wan, Z., Hook, S., Hulley, G., 2015, MOD11A1 MODIS/Terra Land Surface Temperature/Emissivity Daily L3 Global 1 km SIN Grid V006 [Data set], NASA EOSDIS Land Processes DAAC, viewed 14 March 2019, <<https://doi.org/10.5067/MODIS/MOD11A1.006>>.

THE MEANING AND WAY OF PRESENT OF THE BIO-METEOROLOGICAL INFORMATION AND COMPONENT IN THE WEATHER PROGNOSSES

ELENA GRIGORE¹, DANA MARIA CONSTANTIN (OPREA)¹,
ELENA BOGAN², FLORINA TATU³

Abstract

In order to ensure human security, it is useful both conducting the assessments and presenting the information of the biometeorological component in the weather prognoses specific to the public and/or private communication channels. Among the essential requirements for the specific functioning of the Member States of the European Union (EU), such information is needed in the preparation of the perception and responsible positions regarding the risks of the weather and the climate on human health. The present study aims to be a synthesis obtained through a comparative approach by which the importance of coherent, organized and systematic transmission of the information through the weather forecasts is highlighted and emphasized. The provision of this information, regardless the country must respect the current legislation and the ISO 7730 and must take into account the potential of a bio-meteorological risk and provide the specific identification and reporting regime.

Keywords: *biometeorology, information, prognosis, graphic and cartographic representation, legislation.*

Introduction

In a human society, in order to ensure the human safety, the protection and health of its members, it is useful to present both the biometeorological

¹ University of Bucharest, Faculty of Geography, Depart. of Meteorology-Hydrology, ela_zigzag@hotmail.com, danamartines@yahoo.com

² University of Bucharest, Faculty of Geography, Depart. of Human and Economic Geography, elena.bogan@yahoo.com

³ University of Bucharest, Faculty of Geography, Depart. of Geomorphology, Pedology and Geomatics, foleaf@yahoo.com

information and component in the weather prognoses regardless the type of the environment, through which the transmission is made (public or private). This paper aims to understand both the way in which the bio-meteorological information programs have been implemented and the different ways of warning the population, at local and European level. The study is a comparative analysis of several EU Member States' communication media. In general, the methods of communication differ from state to state due to the databases of data used, the analyzed indicators, but also due the spatial analysis scale (national, regional, local). Thus, often the comparison of the evaluation results may seem a difficult process, but the standardization of methodologies makes this act easier.

The bio-meteorological analysis, from the perspective of the main risk factors (Grecu 2016) that can affect the human health, concerns the complexity of the direct and indirect relational system between the geophysical / geochemical environment and the environment specific to the living organisms, plants, animals and humans, because the effect, either conjugated or separately, determines the human body to have a regulatory mechanism and a physiological adaptation so that it may remain functional (McMichael et al. 2003).

Bio-meteorology makes possible to highlight, through a series of quantitative information referring to the meteorological conditions, the influence of the rapid variations of the meteorological elements on the human body. Over a lifetime, our organism is subject to more environmental conditions (Grecu 2016), being affected by its qualities, directly or indirectly, with a number of positive or harmful effects on the human health. The quantitative information highlighting the influence information of the meteorological conditions has been subject to attention for both the international and national studies, such as: Beçancenot 1974; Mieczkowski 1985; Kyle 1992; etc. and Ionac 2008; Apostol 2011; Grigore 2011; Croitoru 2012; Teodoreanu 2013; etc. each author presenting a series of aspects useful in the process of evaluating and highlighting an optimal or ideal condition in which a human organism can function normally without affecting the daily activity.

Methodology

The present study aims to be a synthesis of the way the bio-meteorological information is transmitted to the large public. The bio-meteorological information and component should be given a unitary presentation, be easy to understand by the general public. Firstly, this process involves an adequate graphic and cartographic representation (Cotet, Nedelcu 1976).

Then, the provision of information, regardless the country, must respect the current legislation and the ISO 7730 (made by the British Standard BS EN), must take into account the potential of the bio-meteorological risk and must foresee the specific identification and reporting regime, because the bio-meteorological information is generally used for the purpose of preventing and protecting the population to whom it is addressed.

In order to accomplish this study, the data collection process has required the consultation of a vast virtual bibliography. The meteorological services or national or a of the higher education institutions, the mass-media channels, besides the meteorological information, also develops the bio-meteorological databases. These statistical databases highlight both the way of defining the bioclimatic indices, the specific terms, the limits of applicability and the value thresholds of the indices presented, depending on the type of bioclimate, as well as the specific methodology for the graphic and cartographic representations used by each weather service separately.

Thus, in the weather prognosis, the streamlining of both data and the useful information transmission to the population is aimed and also the way the transmitted message is received, how it was perceived and assimilated.

Results and discussions

Because of the weather instability, of the daily and seasonal variability of the meteorological and climatic factors (such as: air temperature, relative air humidity, wind, solar radiation intensity etc.), the bio-meteorological-climatic factors are viewed and presented as *evaluation indicators* of the different negative or positive effects from a

certain environment. For example, analysing how the sites are made, one can see that these are also accompanied by the information on a number of factors that strongly influence the environment and have a constant impact on the health and human performance.

The presentation of the climatic factors is an extremely important process, because their continuous spatial and temporal variation requires a permanent adaptation of all the physiological systems of integration and control of the human body. Therefore, the human comfort is directly dependent on the weather and local climatic conditions, which can diminish or enhance the vital human capacity. Taking into account these, such type of analysis is very useful irrespective the region and country and is generally useful in the systematic approaches of the environmental health.

An important step in evaluating how the bio-meteorological information is presented in the programs which aim providing the daily weather prognoses is the identification and analysis of the products offered by different meteorological services producing bio-meteorological reports (Table 1).

The analysis should also capture how the bio-meteorological-climatic indexes used in reports, effectively express the discomfort or the thermic comfort, the most frequent being the UV Index, UTCI, the Temperature-Humidity Index, the Effective Temperature and the Wind-Chill and how the population has received, understood and appreciated the product and its impact, the result being visible in the attitude by which the protective measures against various weather conditions are taken (Table 2).

The bio-meteorological information and component should be given a unitary presentation and be easy to understand by the general public, using an adequate graphic and cartographic representation. The most commonly used are the graphics and thematic maps by regions, but also by manifestation intervals and synoptic tables.

Table 1

Meteorological services with frequent bio-meteorological reporting in mass media

the type of service	name	Webpage name
research centers and bio-meteorological research institutes	BIOMETEOLAB	www.naturmed.unimi.it
	Consiglio Nazionale delle Ricerche	www.ibimet.it
	METEOSALUTE	www.biometeo.it
	Centro Interdipartimentale di Bioclimatologia Università degli Studi di Firenze etc.	www.dispaa.unifi.it
offices, national services and weather offices	National Weather Service–National Oceanic and Atmospheric Administration	www.weather.gov
	Deutscher Wetterdienst – Wetter und Klima au seiner Hand	www.dwd.de
	Met Office - National Meteorological Office of the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	www.metoffice.gov.uk
	Hydrometeorological Service of the Republic of Serbia	www.hidmet.gov.rs
	Servicio Meteorologico Nacional	www.smn.gov.ar
	Australian Government – Bureau of Meteorology	www.bom.gov.au
	National Oceanic and Atmospheric Administration	www.noaa.gov
	National Meteorological Administration etc.	www.meteoromania.ro
structures specialized in presenting weather news	www.ilmeteo.it	
	meteonews.ch	
	www.meteo17angliers.fr	
	www.wetter.com	
	www.theweathernetwork.com etc.	

Table 2

**The main bio-meteorological/bio-climatic sites
and indices used in the weather prognoses**

Webpage name	The presented index
www.naturmed.unimi.it/meteolab.html	UVI, ISH, ISE, HUMIDEX, RSI, SSI, TEE, THI, Pr-WIND-CHILL, DI THOM, HI
http://www.metoffice.gov.uk	UVI, PET
http://www.dwd.de/	UVI, PET
http://www.erh.noaa.gov/iln/tables.htm	HI, Pr-WIND-CHILL
http://www.weather.com/maps/	HI, Pr-WIND-CHILL
http://www.bom.gov.au/ ; http://www.weather.gov/ http://www.wetterkontor.de/de/ueberuns.asp www.hidmet.gov.rs ; www.smn.gov.ar www.meteo17angliers.fr ; www.ilmeteo.it ; www.meteo.gr http://www.theweathernetwork.com http://www.bbc.co.uk/weather/	UVI
www.tv5.org http://www.metservice.com/national www.ilmeteo.it	PET
http://www.meteolafleche.com/temperature.html #humidex	HUMIDEX
http://www.summersimmer.com/home.htm	SSI

Some of the bio-meteorological articles offered to the general public for information are presented through the photographic collage (Photo 1) which is intended to be a qualitative and quantitative synthetic expression of the main graphic and cartographic forms agreed by various meteorological services in order to provide the bio-meteorological information to the general public.

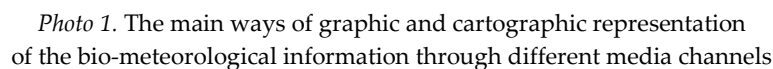
If the variability of environmental factors is evidenced by a freedom of expression, at the level of a human society, this variation requires the implementation of a specific security process. Thus, the presentation of information respects a number of geographical principles, such as: the spatial distribution, division, scaling, structure, correlation, causality etc. Also, the same presentation of the biometeorological information must comply and the analysis models (like those based on:

generalization and precision (analytical or mathematical); physical characteristics (simulation at different scales); statistical - mathematics and visualization (graphic transposition and raffle cartography etc.).

Where the chronology and dynamics are supported by the coding mechanism of the exposed elements and by the mapping on samples (in order to generate interpolated data) with a simple exposure as the indicators develop complex relational systems.

The photographic collage (Photo 1) highlights the fact that the most services prefer maps with different graphic signs - rectangles and triangles of the values corresponding to the different meteorological stations in the analysed space (Photo 1a), dialog boxes – a linking element through the existence of a link which gives a detailed picture of the given index, the isolines (Photo 1b), the numeric notation (Photo 1a) etc., all respecting the limits and the applicability intervals specific to the bio-meteorological indexes, followed by the synoptic tables of synthesis (Photo 1c), the explanatory schemes, the evolution charts (Photo 1d), the explanatory theoretical syntheses (Photo 1e) etc. Regardless the way of presentation, one can found that the information that generates quantitative data can be identified, analysed and interpreted, allowing to detect the differences from a normal state or the expected values and to sustain the decisions underlying the accomplishment of the prognosis or the management strategies on the security of a human society.

The information mechanisms are also supported by the legal framework that comes with the aim of standardizing and streamlining the various ways of transmitting, first of all, of the warning messages about the weather and climatic conditions that may affect the health of the population. The transmission of messages in a simple and conclusive form was possible both through the methodology of standardizing the bio-meteorological indicators and by homogenizing the ways of evaluation and presentation, actively participating in educating the public, in the sense of assimilation of the main risk concepts.



Thus, the legal basis has a specific purpose, namely to fix: the specific elements, periods and conditions; the bio-meteorological and bio-climatic risk reporting authority; implementing a unitary system of evaluation and presentation of their values, broadening the audience and promoting safe preventive behaviours.

For example, the most widely used guide is the one launched by WHO – the *Global Solar UV Index Practical Guide*, in 2002, where the protection measures are presented according to the exposure categories and the UV index values (Tab. nr. 3).

Table 3

The main protective measures based on the UV index values

Value of the index	Category of exposure	Protection measure
<2	small	no protection
2.1 - 5	moderate	hide, cover, protection of the eyes
5,1 -7	high	
7,1 -10	very high extreme	maximal protection of the eyes and body and avoid the exposure during midday

These bio-meteorological reports should be regarded as warning systems, leaving aside the desire for audience of those who transmit the news, ways in which both the comfort index and the thermic discomfort can be identified, as well as the weather conditions associated with the adverse effects on health. Also, this complex relational system implies that the weather prognosis process is made accurately, because the positive or negative results can be framed as prevented missed opportunities and the final and visible effect marks the loss of the population's confidence in this the type of prognosis, firstly, by misunderstanding of the meaning and utility.

In order to correlate the risk assessment modalities with their reporting formalities, there are a number of integrated public health protection policies (already applied in over 30 countries) actively supported by the World Meteorological Organization (WMO), the World Health Organization (WHO), which cooperate with the United Nations Environment Program (UNEP), the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), the German Federal Office for Radiation Protection (Bundesamt für Strahlenschutz) etc. The process of knowledge assimilation can be reduced to an initial stage, namely that through which the relevant meteorological and medical information is introduced in specific periodicals to the general public,

then, the next stage is possible by the gradual recognition of information by the receiver, in the present case by the population and by the adaptation of its behaviour, which requires a change of conception on the multidisciplinary character of the weather reports in order to accept the next events.

Conclusions

So far, no bio-meteorological study has had a comparative character, knowing that the comparative studies are beneficial to human society, not only for the development of scientific knowledge, but also for improving the standard of living. In the last years, a lot of attention is paid to all the potentially harmful influences on the human beings, and through these bio-meteorological analyzes presented daily through the media channels, there can be evaluated the effective perception of the human body. Nowadays, the bio-meteorological or bioclimatic indicators are used as tools for assessing the positive or negative potential of the weather and climate, and the mode of transmission is seen as a means of raising public awareness of the possible risks of weather and climate.

From the hazardous factors that can influence human health, biometeorological ones are the most aggressive because of their continuous variation in space and time. That is why the detailed analysis of such bioclimatic indices is useful on a unique scale of reference to best describe the people's weather or climate-related physiological comfort or risks, because human health is directly connected to the climatic or microclimatic comfort.

All alert models are for the purpose of taking protective measures and assessing the effect they have on the human health. This is possible due to the fact that more attention has been paid to all the potentially harmful influences. Through these analyzes presented daily through the media channels, the effective perception of the human body can be assessed, because the analyzed indices have high amplitudes of variation, which impose the human organism at different physiological demands of adaptation and control. Generally, any kind of information campaign of the population is meant to be a success, and so that this

success may be real, the information must target both educating the people by acquiring attitudes and preventive behaviours and providing programs which promote the behaviour values in society.

For these reasons, the elaborated prognoses must be interdisciplinary, respectively accessible to the newspapers, radio, television, which are the main means of dissemination of the bio-meteorological information, as well as to the media for the tourist activities - hotels, travel agencies etc., and the message should be transmitted precisely, briefly, clearly and adapted to the specificity of the activity. The prognoses, regardless of the final presentation mode, should help the most exposed and vulnerable categories of the population - children, the elderly and tourists, by informing them of the possible harmful effects caused by the atmospheric and climatic factors and the maximum risk periods.

The present study aimed to obtain a suggestive and synthetic image of the ways of highlighting the bio-meteorological information presentation formulas, possibly by analysing the graphic and cartographic presentation formula, the number of hits and comments accompanying the specialized sites, as well as by the way in which different states of discomfort or bioclimatic comfort of the human body are perceived in certain climatic conditions that have been expressed quantitatively through the bioclimatic indices, even if this is a subjective perception. The photographic collage highlights, even on a simple evaluation, that the ISO standards are respected and applied appropriately, regardless the form of expression that may be more or less attractive due to the desire to enhance the audience.

It is also underlined that any system of health and safety control of the society can be integrated into the resource management as it involves the operator training and the resulting relational system can be used effectively throughout the world.

Acknowledgements

The authors would like to give thanks to the anonymous reviewers. All authors contributed equally to this article.

BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

- Apostol, L., Gaceu, O., 2011, 'The climatic-touristic potential of the Romanian Black Sea Coast during summer established according to the method of Besancenot, Mounier and de Lavenne'. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, vol. 6, no. 1.
- Beçancenot, J.P., 1974, 'Premieres donnees sur les stress bioclimatiques moyens en France'. *Annales de geographie*, vol. 83(459), pp. 497-530.
- Coteț, P.V., Nedelcu, E., 1976, *Principii, metode și tehnici moderne de lucru în geografie*, București, Editura Didactică și Pedagogică.
- Croitoru, A.E., Sorocovschi, V., 2012, *Introducere în biometeorologia umană*, Cluj-Napoca, Casa Cărții de Știință.
- Grecu, F., 2016, *Hazarde și riscuri naturale*, București, Editura Universitară.
- Grigore, E., 2011, *Potențialul bioclimatic al Podișului Dobrogei de Sud – Teză de doctorat susținută public*, Universitatea din București.
- Hill, A.B., 1965, 'The Environment and Disease: association or causation?', in *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, vol. 58, pp. 295-300.
- Ionac, N., Ciulache, S., 2008, *Atlasul bioclimatic al României*. Bucharest: Ars Docendi.
- Kyle, W.J., 1992, 'Summer and winter patterns of human thermal stress in Hong Kong' in: Kyle W.J. and Chang C.P. (eds.). *Proc. of the 2nd Int. Conference on East Asia and Western Pacific Meteorology and Climate*, Hong Kong. World Scientific, Hong Kong, pp. 557-583.
- Mieczkowski, Z., 1985, The tourism climatic index: a method of evaluating world climates for tourism, *The Canadian Geographer* <https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.1985.tb00365.x>
- McMichael, A.J., 2003, *Climate change and human health*, Geneva, World Health Organization
- Parsons, K., 2003, *Human Thermal Environments*, 2nd ed., London, Taylor and Francis.
- Teodoreanu, E., 2002, *Bioclimatologie umană*, București, Editura Academiei Române.
- *** 2000, BS 7963, 'Ergonomics of the thermal environment-Guide to the assessment of heat strain in workers wearing personal protective equipment', BSI, London.
- *** 2002, WHO – 'Global Solar UV Index Practical Guide', Switzerland.
- *** 2005, ISO 7730, 'Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal confort criteria', Geneva: International Standards Organisation.
- *** 2018, IPCC, 'Global warming of 1.5°C'. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/sr15/sr15_draft.pdf
- www.naturmed.unimi.it
- www.biometeo.it
- www.dispaa.unifi.it
- www.weather.gov
- www.dwd.de
- www.metoffice.gov.uk

www.hidmet.gov.rs
www.smn.gov.ar
www.bom.gov.au
www.noaa.gov
www.meteoromania.ro
www.ilmeteo.it
www.meteonews.ch
www.meteo17angliers.fr
www.wetter.com
www.theweathernetwork.com

MODÉLISATION PRÉDICTIVE DE L'ÉTALEMENT URBAIN DES GRANDES MÉTROPOLIS DU BASSIN MÉDITERRANÉEN SUR L'ESPACE AGRICOLE : APPLICATION AU SECTEUR ORIENTAL DE L'AGGLOMÉRATION ALGÉROISE (ALGÉRIE)

MOHAMED ATIK¹, ABDELKADER ABDELLAOUI²,
RACHID NEDJAI³, BELKACEM BELAL⁴

Résumé

Plusieurs régions algériennes connaissent depuis quelques années des transformations spectaculaires et de façon très rapide, d'un paysage rural à une urbanisation massive avec d'un mode de vie moderne en remplacement du mode de vie traditionnel et campagnard. Ce phénomène est encore plus ressenti au niveau des périphéries des grands centres urbains. La ville d'Alger en est une illustration frappante ; elle a connu en effet une croissance urbaine sans précédent ces quarante dernières années (1972-2012).

Depuis la fin des années 1980, cette croissance urbaine prend la forme d'un mouvement de périurbanisation, qui s'est traduit par une consommation excessive des terres à hautes potentialités agricoles en dépit d'un dispositif législatif mis en place après l'indépendance pour préserver le patrimoine agricole.

L'objectif de cette étude est d'analyser les changements d'occupation du sol à partir d'imagerie satellitale et de données terrain. La modélisation de l'évolution de l'occupation à l'aide du modèle LCM (Land Change Modeler) et par l'application des méthodes MLP et RegLog confirme la poursuite de la substitution des terres agricoles essentiellement par du bâti jusqu'en 2020, suite à quoi un ralentissement s'amorce pour se stabiliser autour de 2030 en raison du déficit du foncier qui arrive à manquer.

Mots clés : *Croissance urbaine, périurbanisation, foncier agricole, images satellitaires, carroyage, classification supervisée, modèle LCM, occupation du sol.*

¹ ESEAD –FLASH Université Ibn Zohr Agadir – Associé CEMOTEV, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, mohamed.atik@orange.fr

² AVCN Paris, abdellaoui.geo@gmail.com

³ CEDETE – Université d'Orléans.

⁴ ENS Bouzaréah Alger.

Introduction

Plusieurs régions algériennes connaissent depuis quelques années des transformations spectaculaires passant, de façon très rapide, d'un paysage rural à une urbanisation massive avec un mode de vie moderne en remplacement du mode de vie traditionnel et campagnard. Le développement de la civilisation urbaine est aujourd'hui une donnée incontournable de cette situation nouvelle où la ville et l'urbanité s'emparent du territoire et le transforment tandis que les rapports sociaux se complexifient en même temps que se transforme la société. La problématique de l'usage du sol doit désormais être placée au cœur du débat sur l'aménagement du territoire pour au moins trois raisons qui sont i) la forte croissance démographique, ii) l'amenuisement considérable des surfaces agricoles et iii) l'apparition continue de grands complexes urbains ne répondant ni aux normes de développement durable ni aux attentes des citoyens dont l'habitude d'habiter a complètement changé au cours des quinze dernières années.

La ville d'Alger, capitale et grande métropole, a connu une croissance urbaine sans précédent ces quarante dernières années (1972-2017). La maîtrise de cette extension devrait constituer un enjeu majeur. Le tableau (1) nous montre à titre indicatif l'évolution démographique de l'Algérie entre 1966 et 2018, avec une projection pour 2040 ainsi que celle de la wilaya d'Alger selon les quatre derniers recensements (entre 1977 et 2008). Nous noterons que la population a presque doublé entre 1977 et 2008 (rapport égal 1. 88).

Tableau 1

Évolution démographique : Algérie et wilaya d'Alger

année	population en milliers
1966	12096
1970	13309
1975	15768
1980	18666
1985	21863
1990	25022
1995	28060
2000	30879

2005	32906
2010	35978
2018	42578
2040	57625
wilaya d'Alger	
1977	1588
1987	1690
1998	2562
2008	2988

Sources : données et projection ONS

Pourtant, depuis l'indépendance l'Algérie a déployé de multiples efforts pour la valorisation et la protection du foncier agricole. L'aménagement du territoire a pris en charge dans ses objectifs la préservation des terres à fort potentiel agricole ; de nombreuses lois ont été promulguées, plusieurs plans d'aménagements du territoire ont été mis en œuvre pour la protection des terres agricoles et l'interdiction de toutes atteintes à ce patrimoine vital. Ainsi depuis la promulgation de La Loi n° 25-90 portant sur l'orientation foncière les politiques d'aménagement s'orientent désormais vers des objectifs de développement durable, notamment en termes de préservation d'espaces naturels et agricoles. La loi d'orientation agricole 08-16 du 03 août 2008 est venue consolider les principes énoncés par la loi d'orientation foncière pour la préservation et la valorisation du patrimoine foncier. La réalité terrain est pourtant bien différente et les plans d'aménagement urbain et les plans d'occupation du sol sont vite dépassés par des réalisations effectives bien différentes et des réalités sociales en constante mutation et dont il n'est pas toujours tenu compte.

Les mesures, au demeurant louables, se sont avérées, avec le temps, peu efficaces et insuffisantes car déconnectées d'un contexte social difficile à cerner en l'absence d'études sociologiques sérieuses et disponibles. On assiste ainsi depuis plus de trois décennies à une dilapidation effrénée des terres à haute potentialité agricole comme le souligne le Conseil National Economique et Social (CNES) dans son rapport sur le foncier en 2004. Déjà depuis 1997, le CNES avait alerté les pouvoirs publics, dans son rapport sur l'environnement, sur les problèmes de la

préservation des terres agricoles face aux effets de la croissance rapide de la population et des programmes de développement socio-économiques en citant des chiffres alarmants sur la dégradation du foncier agricole. (CNES, 1997).

L'utilisation du sol et la préservation des ressources naturelles ont fait l'objet de nombreux travaux de recherches et développement notamment durant la seconde moitié du 20^{ième} siècle ; les premières études ont été faites aux Etats-Unis dans les années 1930 (Marius T. et al, 2011) puis se sont généralisées par la suite. Dès 1956 quelques applications de cartographie de l'utilisation du sol ont été présentées au 18 congrès international de géographie au Brésil (George Pierre, 1957) ; d'autres travaux sont réalisés en Pologne (Dziewonski M, 1956), en Italie (Gribandi D. et Abani D., 1956) et au Pakistan (Ahmad M.N., 1956).

Au Canada des études pionnières ont été menées durant les années 60 et 70 (Clibbon et Gagnon 1965; Munn et al. 1966 ; Tomlinson 1967 ; Coombs et Thie 1979). En Europe le suivi des changements d'occupation du sol est assuré par le projet Corine Land Cover pour 38 états européens (1985). Cet inventaire, issue de l'interprétation visuelle d'images satellitaires, avec des données complémentaires d'appui, fournit une information géographique de référence sur les changements d'occupation du sol dans les pays européens (European Environment Agency, 2000).

Les images satellitaires multi dates disponibles depuis le lancement du programme ERTS début des années 1970 ont permis de réaliser des analyses spatio-temporelles pour le suivi et la modélisation des changements de l'utilisation du sol (Hung 2000 ; Pagelow 2004) ; nous pouvons également citer les travaux de Langran 1992, Peuquet 1994, Claramunt et Theriault 1995, 1996, Claramunt et al, 1999, Wachowicz 1999, Dragicevic et Marceau 2000, Hornsby et Yuan 2008. La mise en évidence du construit par images satellitaires a été moins étudiée que le thème végétation par exemple où une multitude d'indices ont été développés (Bannari, 1996) ; nous pouvons citer cependant les travaux de Abdellaoui et al. (1995, 2007 et 2010) sur la proposition d'un indice du bâti et son application.

Pour détecter le changement d'occupation de l'espace sur la période 1987-2005, nous avons dans un premier temps, déterminé pour chaque date l'espace bâti et l'espace agricole par classification

supervisée. La seconde étape est plus orientée vers la prédiction et par conséquent le devenir de cette partie Est de l'Algérois face à cette situation complexe où les terres agricoles voient de jour en jour leur surface se réduire en particulier sur les trente dernières années. Pour évaluer l'acuité du problème et mettre en exergue l'état futur du secteur d'étude, une approche modélisatrice a été pratiquée par l'utilisation du modèle LCM (Land Change Modeler) et l'application des deux méthodes : MLP et RegLog implémentées dans Idrisi (Eastman, 2006). Deux cartes prédictives respectivement pour 2020 et 2030 ont été élaborées à partir des photos satellites de 2001 et 2005, considérées comme images de références.

I. Zone d'étude

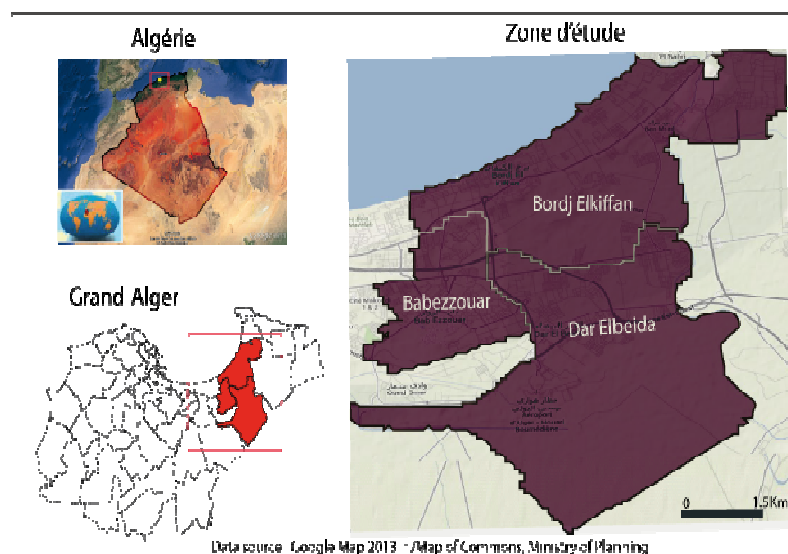


Fig. 1. Carte de la localisation de la zone d'étude

Pour cette étude nous avons choisi trois communes dans la périphérie Est d'Alger (Bordj el Kiffan, Bab-Ezzouar et Dar el Beida) sur une superficie de 63 km²; la figure 1 donne la localisation de la zone d'étude. Elle est significative de la croissance urbaine très rapide et

d'une forte consommation des surfaces agricoles malgré l'existence de règles strictes de l'urbanisme et de la préservation du foncier agricole. Les densités de population sont respectivement pour les trois communes de Bordj el Kiffan, Bab Ezzouar et Dar el Beida de 7002, 11737 et 2404 hab/km² ; ces valeurs sont extraites du RGPH 2008.

La zone est caractérisée par une pluviométrie relativement abondante (700mm en moyenne par an) mais mal répartie dans le temps et marquée par une opposition entre une saison froide et humide et une saison chaude et sèche (Mutin, 1997). Les températures maximales peuvent atteindre 32°C en été et les minimales ne dépassent pas 5°C. La région est exposée aux vents chauds comme le siroco qui souffle du sud vers le nord à la fin du printemps et pendant l'été ce qui induit une évapotranspiration intense et augmente les besoins en eau des plantes. Les sols qui couvrent la totalité de la zone d'étude ont une grande aptitude culturale ; il s'agit de sols profonds riches en matières minérales qui se sont développés sur des alluvions récents du quaternaire et conviennent pour plusieurs cultures. Mais c'est à l'irrigation que cette région doit l'important développement des productions maraîchères et arboricoles.

II. Méthodes et outils

1. Les données

Pour le présent travail, nous avons utilisé : trois images satellitaires Landsat (21 juin 1984, 16 avril 2001 et 21 juin 2005), deux photos aériennes respectivement de 1992 et 1998 à l'échelle de 1/40000^{ième}, quatre cartes topographiques au 1/25000^{ième} (Alger Est (13-4-31), Alger Ouest (14-4-31), Rouiba Est (31-4-31) et Rouïba Ouest (32-4-31)), la carte des limites administratives sous MapInfo, les données de recensements de la population (RGPH 1987, 1998 et 2008) et les plans d'urbanisme (PDAU d'Alger).

Les traitements des images satellitaires sont réalisés sous IDRISI et ENVI ; la base de données spatio-temporelle pour suivre les changements d'occupation du sol dans la zone d'étude est élaborée sous ArcGIS.

2. La démarche

2.1. Classification supervisée

i. Prétraitement des images

Le prétraitement regroupe les processus de ré-échantillonnage, la sélection de la zone d'intérêt, le masquage des zones d'eau. Il est conçu pour améliorer la qualité des images en les rendant aptes à l'interprétation.

Les images utilisées étant de résolutions différentes, nous réalisons une opération de ré-échantillonnage en appliquant la technique de convolution cubique par approximation bicubique de 16 voisins les plus proches du pixel concerné ; ceci permet de modéliser l'image localement par une surface polynomiale (Abdellaoui et Rougab, 1995). Nous obtenons alors des plans spectraux qui vont coïncider parfaitement, au niveau de chaque pixel, avec l'image de référence (images de 2005). La précision de ces transformations varie selon les images ; dans notre cas l'opération a produit une erreur moyenne de calibrage (*Root Mean Square Error*) de 0,30, ce qui est acceptable (Moller-Jensen, 1990). L'extraction de la zone d'étude a été réalisée par un découpage basé sur la technique des coordonnées géographiques.

L'image initiale est peu lisible car peu contrastée ; la plupart des pixels se retrouvent sur une plage réduite de l'échelle de codage (0; 255). Un étallement de la dynamique est alors nécessaire pour rendre les différents canaux plus lisibles et donc de reconnaître les principaux thèmes présents sur la scène d'étude. Par la suite, nous avons délimité l'emprise urbaine en transformant nos images de base en images binaires en codant les pixels par des valeurs : 1 pour l'emprise urbaine et 0 pour autre occupation de l'espace. Un seuillage a été réalisé pour isoler l'unité urbaine car il est très utile d'exclure la végétation et l'eau (mer et rivière) des zones urbaines afin de réduire le temps de calcul et d'éviter toute confusion entre la végétation, le sol nu et le bâti.

Nous avons également effectué une étude diachronique pour mettre en évidence les changements d'occupation du sol puis un filtrage par filtre alterné séquentiel pour améliorer l'image.

La méthode de classification non dirigée du maximum de vraisemblance requiert des prétraitements apportés aux différentes images

pour les rendre le plus comparable possible ; des sites d'entraînement et de validation de qualité doivent être également disponibles pour assurer l'exactitude des classifications obtenues (Jensen, 1996).

ii. La classification supervisée des zones urbaines

Cette méthode suppose la définition d'aires d'apprentissage pour chacune des classes de référence (bâti, végétation, sol nu) avec une distribution gaussienne (Jensen, 1996). Pour respecter la distribution normale, nous avons employé, dans la sélection des aires d'apprentissage, les groupes obtenus dans la classification non supervisée avec l'algorithme ISOCLUST. Ainsi nous garantissons la sélection d'aires homogènes. Le principe de la classification Bayésienne étant de segmenter une image par le calcul de probabilités d'appartenance, pour chaque pixel de l'image, à l'une des trois classes définies par des zones d'apprentissages (bâti, végétation, sol nu) (Robin, 2002). Dans de nombreux travaux de classification, la bande 7 (moyen infrarouge) est utilisée conjointement aux autres bandes (1, 2, 3, 4, 5, 7) (JENSEN, 1996).

L'hétérogénéité des objets urbains et du sol nu (routes, carrières, roches...) rend difficile la constitution de classes thématiques représentatives. L'analyse visuelle des classifications relatives aux différentes dates a détecté certaines indications du changement du bâti au non bâti qui ne correspondaient pas à la réalité du terrain. De même, le résultat du traitement a permis d'isoler l'emprise urbaine pour chaque date.

Pour une étude diachronique, nous avons superposé et combiné les images de 1987 et 2001 puis 2001 et 2005 et enfin 1987 et 2005 ; dans ces combinaisons, l'interprétation est beaucoup plus simple. Le résultat final est conforme à la réalité observée sur le terrain et aux références de bases (cartes topographiques, photographies aériennes...). Les couleurs bleue, rouge et vert symbolisent l'évolution à partir des trois dates : 1987, 2001 et 2005. Après insertion manuelle des réseaux viaires, les résultats se sont révélés assez satisfaisants et correspondent aux données du terrain.

2.2. Modélisation prédictive de l'occupation des sols

La prédiction de l'occupation des sols peut être approchée par l'une des techniques suivantes : modèles mathématiques, statistiques d'évolution (systèmes multi-agents), cellulaires (automates cellulaires) (Hubert-Moy et al., 2006) et les modèles basés sur une approche dite "approximative" (Okwuashi et al, 2012; He et al., 2006; Huang et al., 2008 ; Hepinstall et al., 2008; Hubert-Moy et al., 2006). Un large panel de ces méthodes ont été implémentés pour aboutir soit à des applications autonomes soit intégrés dans des applications SIG à l'image LCM (Land Change Modeler) dans Idrisi ou ArcGis, chaîne de Markov, CA-Markov et GEOMOD. Ces méthodes sont par conséquent considérées comme performantes pour la prédiction de l'évolution de l'occupation des sols en raison de leur couplage aux SIG et l'utilisation de leurs potentiels de traitement, de simulation écologique (Eastman, 2006; Pontius et Chan, 2006; Tewolde et Cabral, 2011). La cartographie prédictive de l'occupation des sols de l'est algérois a été réalisée à l'aide du module LCM (Land Change Modeler) intégrée dans le logiciel Idrisi de la version Taiga (Eastman, 2006). Une liste de variables dites explicatives a été établie pour servir de données d'entrée au module LCM et le calcul de la transition d'une catégorie de l'occupation vers d'autres sous forme d'un traitement séquentiel donnant lieu au final à des représentations à la fois graphiques et cartographiques. Ces transitions permettent à la fois d'évaluer la validité du modèle soit en se basant sur un tableau croisé (méthode dite visuelle) soit par une approche statistique en se basant sur des coefficients tel que ROC, Kappa. Pour cela, les missions satellitaires précédemment utilisées servent à la fois à l'élaboration de cartes d'occupation des sols et comme cartes de référence sur lesquelles repose toute la phase de validation des cartes prédictives issues de l'application du modèle LCM. Nous avons rajouté au lot de photographies précédentes la mission de 2013 pour consolider la vérification et donc la validité du modèle. Pour cela, les images de 2005 et 2013 serviront à la génération de matrice de confusion et donc à la comparaison des cartes issues du modèle aux cartes issues du traitement des photos satellites.

III. Résultats et discussion

III.1. Les résultats de classification

Les résultats de classification automatique nous donnent un aperçu des changements d'occupation du sol dans la zone d'étude. L'extension du bâti au détriment des sols agricoles arables est préoccupante durant la période 1987-2005 ; les surfaces bâties passent de 2009 ha en 1987 à 3181 ha en 2005 soit une augmentation de 1172 ha au dépend de la surface agricole en 18 ans, soit une disparition de plus de 65 ha/an de surface agricole en moyenne sur cette période. Ce résultat est illustré par la figure 2.

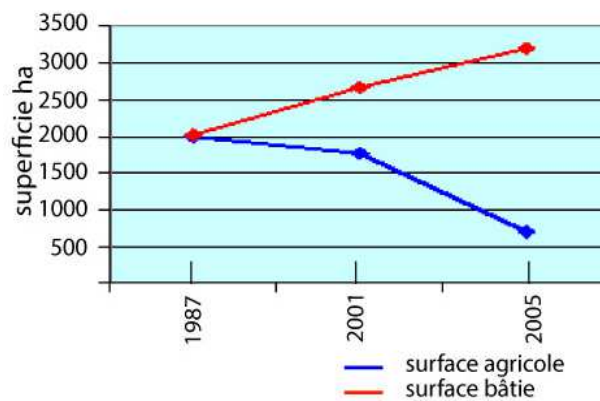


Fig. 2. Occupation du sol entre 1987 et 2005

Nous avons constaté par ailleurs que les espaces urbanisés sont situés sur d'anciennes jachères (des terres qui ne sont pas cultivées de façon permanente).

La figure 3 montre bien la croissance urbaine au détriment des terres agricoles dans la zone d'étude.

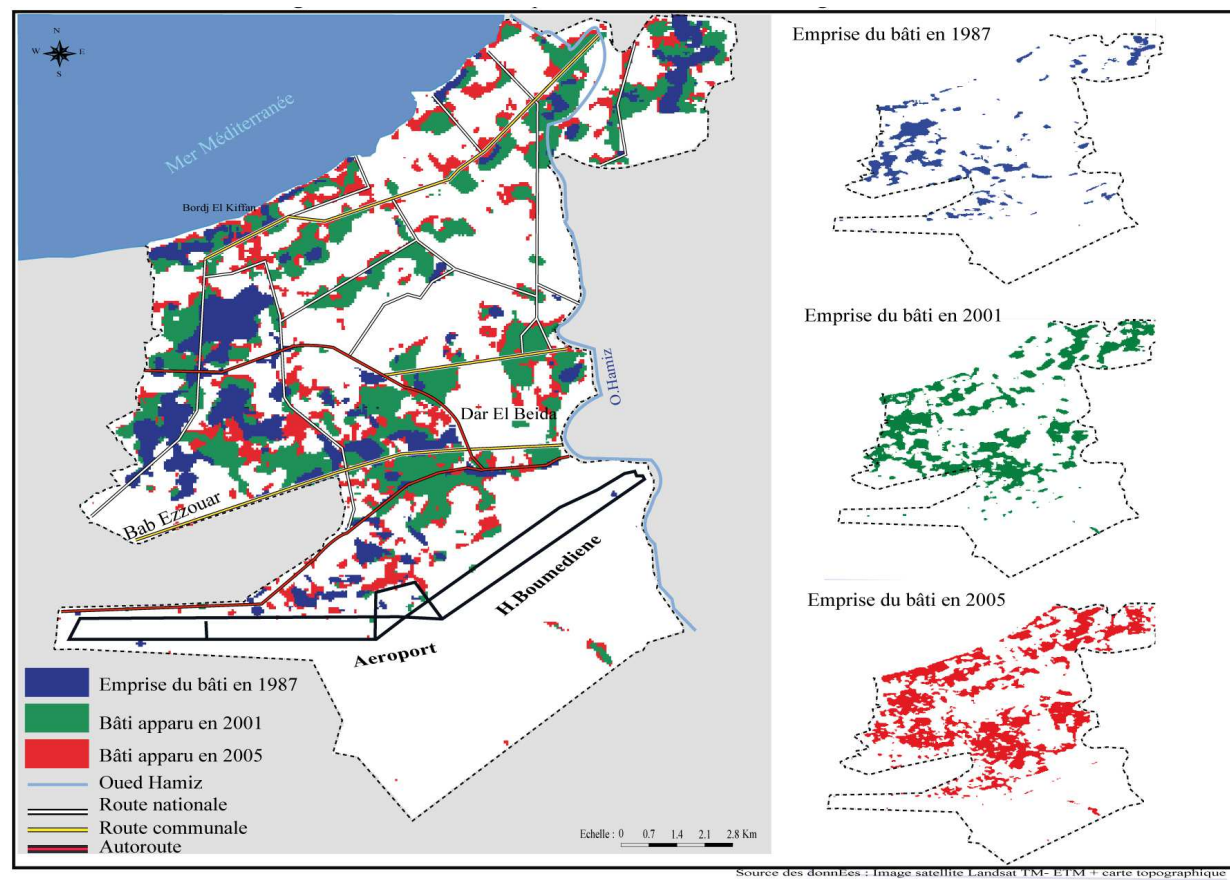


Fig. 3. Chronological evolution of the urban area in Algiers between 1987 and 2005

Les surfaces urbanisées entre 1987 et 2005 représentent plus de 18% de la surface totale de la zone et environ (48 %) de la surface agricole selon la définition de la direction des services agricoles d'Alger (tableau 2)

Tableau 2

Extension du bâti de 1987 à 2005

Pertes des surfaces agricoles par commune		
Commune	Perte en sol agricole	% superficie commune
Bordj el Kifan	639,67	54
Dar el Beida	443	37
Bab Ezzouar	200	15,44

Récapitulatif sur les trois communes	
Surface totale (ha)	6322
Surface agricole 1988 (ha)	2459,98
S/ urbanisées 1987-2001 (ha)	655
S/urbanisées 2001-2005 (ha)	517
S totale urbanisée 1987-2005	1172
% surface totale	18,54
% surface agricole	47,64

On note sur ce tableau l'accroissement de la consommation des terres agricoles dans les trois communes étudiées pendant la période (1987-2005). L'étalement urbain a empiété sur 1172 ha de terre cultivables en l'espace de 18 ans soit 71 ha par an ; on constate ainsi une perte de terres agricoles de plus de 50% (52% selon nos calculs).

La commune de Bordj El Kiffan, la plus marquée par les constructions illicites, a perdu 639.67 ha soit 54% de sa superficie agricole et presque la moitié de la surface urbanisée dans la zone d'étude. La plupart de ses déperditions ont eu lieu entre 1990 et 1995, période de l'instabilité sécuritaire en Algérie selon les déclarations des spécialistes du domaine agricole de la commune.

La commune de Dar El Beida a enregistré une diminution de sa superficie agricole de 443 ha soit 37% de son potentiel agricole et ce en

dépit des zones protégées aux alentours de l'aéroport d'Alger. La consommation d'espace agricole est de 200 ha à Bab Ezzouar ; comparée à celle des autres communes elle ne représente que 15.44 % de la superficie totale urbanisée dans la zone d'étude. Mais en réalité cette commune a perdu tout son foncier agricole au profit de la réalisation des ZUHN pour satisfaire les besoins croissants de la population algéroise en matière de logement.

Les principaux facteurs de la consommation excessive de l'espace agricole

Diverses raisons expliquent la consommation excessive du foncier agricole dans la zone d'étude :

1. La période de 1980-1990

C'est une dernière période de l'économie dirigée caractérisée par :

A. des flux migratoires intenses de la campagne vers les pôles industriels implantés à la périphérie est d'Alger dans les zones (Rouiba-Reghaia et Harrach - Oued Smar et Sidi Moussa) ; ces flux ont engendré une croissance démographique rapide suivie du développement du bâti destiné à l'habitat individuel. La population de la zone d'étude a ainsi été multipliée par 3.5 en l'espace de 20 ans, passant de 68100 en 1977 à 240600 habitants en 1998 avec un taux d'accroissement très élevé (4 à 6% en moyenne par an) par rapport au taux d'accroissement national qui n'a pas dépassé 1.6% en 2008.

B. de nombreux programmes de logement. Plusieurs programmes d'habitats collectifs ont été réalisés dans les communes de Bab Ezzouar, Dar El Beida et Bordj el Kiffan, parmi lesquels nous pouvons citer :

- **La procédure des ZUHN** (Zones d'Habitat Urbain Nouvelles) mise en œuvre en 1975.

La totalité de la surface agricole de Bab Ezzouar a été sacrifiée au profit de ce programme pour la réalisation de 10000 logements sur une superficie de 341.45 ha de terre arable.

- **Le programme de lotissements individuels** lancé les années 1970, mal contrôlé et pas suffisamment cadré, a été plus consommateur d'espace vu sa propagation horizontale et son développement anarchique ; plus 77.129 ha sur la commune de Bordj el Kiffan ont été pris aux

surfaces agricoles (Service d'urbanisme de la commune de Bordj El Kiffan, 1994).

2. La période 1990-2000

C'est une phase particulière de l'histoire de l'Algérie qui se distingue par la détérioration de la situation sécuritaire induisant à la fois i) de nouvelles vagues d'exode rurale vers les zones périphériques des concentrations urbaines et en particulier d'Alger et ii) des difficultés de contrôle et d'application de la réglementation en matière d'urbanisme ouvrant ainsi encore plus la porte à la consommation anarchique du foncier agricole.

3. La période 2001-2005

Deux catastrophes naturelles ont touché Alger et sa périphérie Est : l'accident météorologique du 10 novembre 2001 qui a provoqué les glissements de terrain et les écoulements de boue de Bab El Oued et le séisme de Boumerdès du 21 mai 2003. Pour reloger les sinistrés, les autorités avaient installé des chalets en préfabriqué sans étude préalable sur des terres agricoles ; plusieurs hectares de terres arables ont été ainsi artificialisés.

III.2. Cartographie prédictive de l'évolution de l'occupation des sols de la banlieue Est d'Alger

Les résultats de l'analyse précédente ont été utilisés pour la modélisation de l'évolution de l'occupation des sols et plus particulièrement la catégorie « bâti » dans la partie Est du département d'Alger. Ce secteur, connu pour son agriculture maraichère subit les conséquences directes d'une urbanisation croissante et donc la disparition rapide de terres arables au profit de constructions. Ce phénomène a pris une ampleur considérable sur les trente dernières années en particulier le long du front de mer et selon un axe est-ouest allant jusqu'à créer une jonction entre les centres villes historiques d'Alger et de Boumerdès distantes d'environ 50-60 km. La sélection de sept variables qui peut expliquer, en l'occurrence la distance aux routes, la distance à la mer, l'altitude (MNT), l'aspect, la pente, la distance aux terres agricoles, et

finalement la distance au centre ville a conduit à l'élaboration de deux cartes prédictives respectivement de 2005 et 2013 et leur comparaison aux cartes de références correspondant aux mêmes dates montrent la concordance quasi parfaite des résultats (prédits et de référence). La précision atteint les 93% et l'indice de Kappa gravite autour de 0.93. Cette précision a tendance à baisser légèrement pour atteindre une valeur de 90% et un coefficient de Kappa de 0.89, marquant ainsi l'augmentation de l'erreur commise quant l'intervalle de temps entre les cartes prédites et de référence augmente. Cependant les résultats des tableaux (Fig. 4) confirment la validité des résultats ($Kappa > 0.85$) et le degré de précision acceptable. La traduction cartographique des résultats de 2013 montre la poursuite de l'extension du bâti selon un axe SO, correspondant à l'embouchure de la plaine de la Mitidja et son ouverture sur la mer méditerranée.

Sur la figure 4, la photo de gauche représente les résultats pour 2013, celle de droite les résultats pour 2015.

Prédiction 2005	Reference 2005				Production Accuracy
	Catégorie	Bâtiment	Non-bâtiment	Total	
	Bâtiment	36927	2483	39410	93.70
	Non-bâtiment	1879	26339	28218	93.34
	Total	38806	28822	67628	
Global Accuracy (%)					93.55
Kappa					0.93

Prédiction 2013	Reference 2013				Production Accuracy
	Catégorie	Bâtiment	Non-bâtiment	Total	
	Bâtiment	39863	3804	43667	91.29
	Non-bâtiment	2440	20221	22661	89.23
	Total	42303	24025	66328	
Global Accuracy (%)					90.59
Kappa					0.89

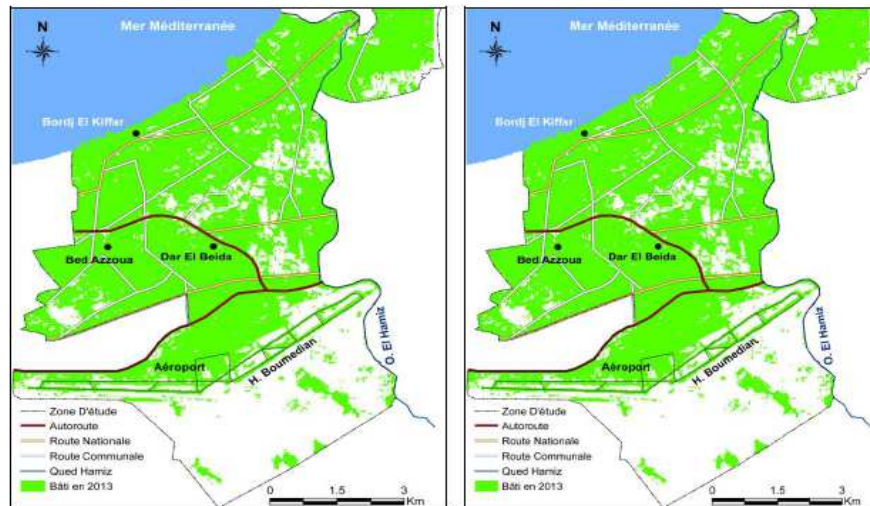


Fig. 4. matrice de confusion entre cartes prédictives de 2005 et 2013
avec les cartes de référence de 2005 et 2013

La présence de l'aéroport constitue une limite jusque là rigide qui commence à perdre de sa vigueur et devenir perméable. La cartographie prédictive de l'occupation de sols pour 2030 confirme la tendance générale à la hausse des surfaces bâties et la réduction massive des terres agricoles (Fig. 4). Elle montre également le saut entamé par le bâti vers le sud au-delà de l'aéroport, secteur qui se distingue par la forte présence de vergers et d'une agriculture maraîchère. La construction d'un réseau routier à caractère autoroutier et donc la réduction des temps d'accès au centre ville d'Alger et aux nouveaux pôles urbains émergents (Ouled Fayet, Baraki, Khemis El Kechna) (seconde couronne algéroise) a favorisé considérablement la substitution des terres agricoles par des surfaces bâties.

La figure 5 montre les occupations de sol en 2005 et 2013 et donne les prévisions estimées pour les années 2020 (en violet) sur la carte de gauche et 2030 (en jaune) sur la carte de droite de la figure. La comparaison des deux cartes montre que les espaces interstitiels sont occupés progressivement par les constructions. Les rives de l'oued El Harrach ne sont pas épargnées ; les proximités de l'aéroport international d'Alger, autrefois protégé, ne le sont pas non plus. De manière générale la densité d'urbanisation augmente.

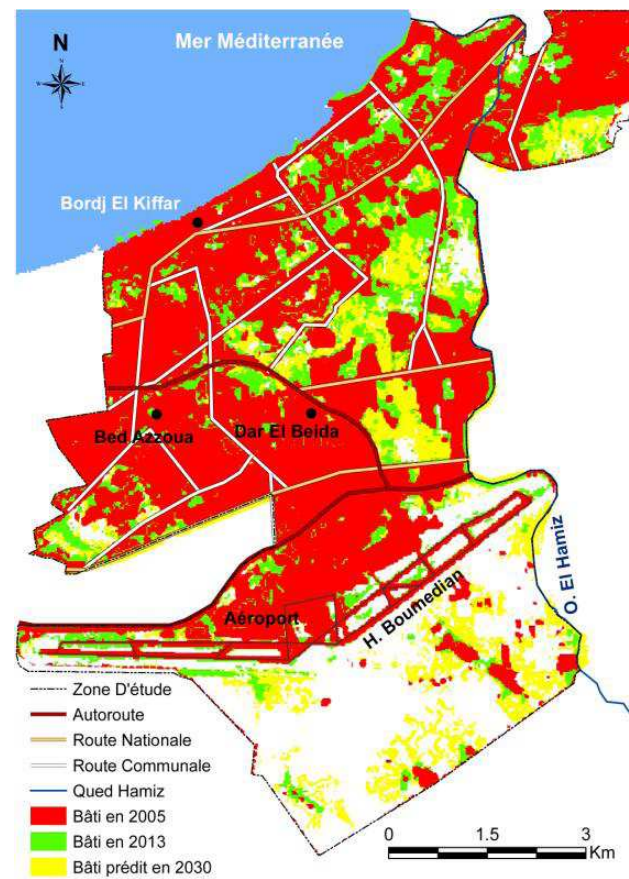
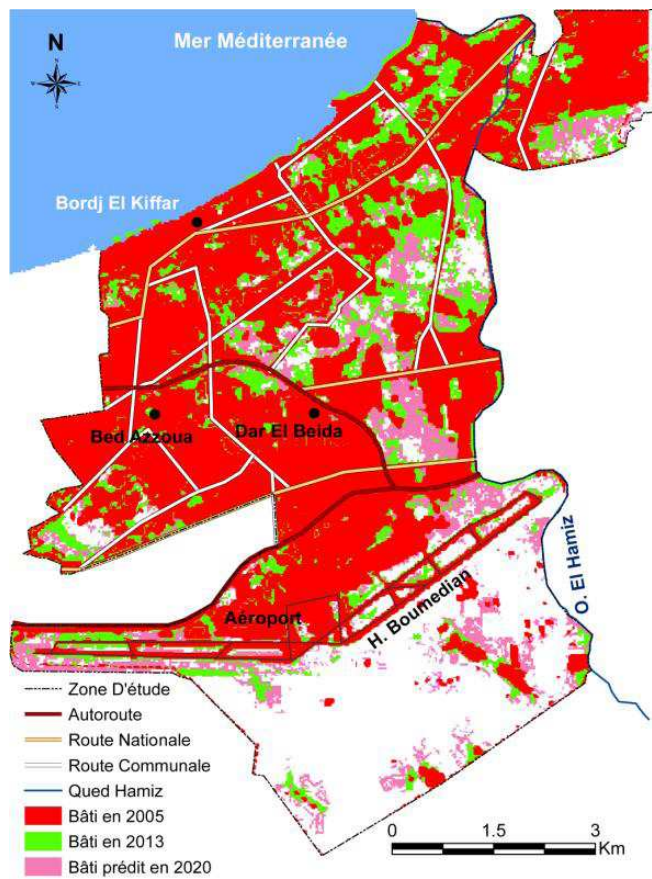


Fig. 5. Cartographie prédictive de l'occupation des sols pour 2030 et comparaison avec les années 2005 et 2013

Sur la figure 5, la photo de gauche représente les résultats pour 2005 et celle de droite les résultats pour 2013. Sur la photo de droite, on notera (en jaune) l'occupation des interstices au nord et l'évolution du bâti à proximité de l'aéroport.

L'estimation de la consommation de l'occupation des sols sur la période 2005-2030 montre une tendance linéaire à la hausse jusqu'en 2020 des surfaces bâties. Ce processus observe un léger ralentissement jusqu'en 2030 marquant probablement l'entrée du département dans une phase de crise de foncier. La présence des monts de l'Ouarsenis (Chaîne de Meftah-Larbaâ) constitue une barrière sud pouvant conduire à la modification de l'axe d'extension de la ville pour emprunter le grand axe de la Mitidja, en l'occurrence Est-Ouest, dédoublant ainsi l'axe historique frontalier qui caractérisait l'ancienne ville d'Alger. Ce schéma est amplement marqué par l'emprunte des grands axes autoroutiers récents.

Ainsi, la Mitidja dans sa partie Est perd près de 1000 ha dans cette zone de l'Algérois qui est couverte par une dizaine de communes ; la figure 6 donne une estimation de l'évolution des surfaces agricoles et du bâti jusqu'en 2030.

III.3. Discussions des résultats

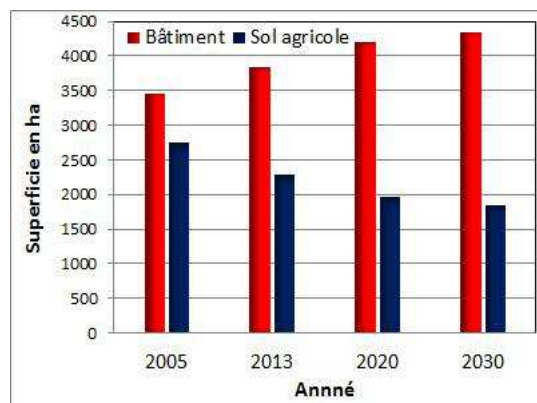


Fig. 6. Prévission comparée de l'occupation du sol par le bâti et l'agriculture de 2005 à 2030

L'utilisation d'outils et de matériaux divers ont permis : i) de donner un aperçu de l'évolution démographique en Algérie de manière globale et de la wilaya d'Alger, où se trouve notre zone d'étude, de façon plus particulière ; ces résultats sont montrés sur le tableau 1, ii) de retracer l'historique de l'occupation du sol ; la figure 2 résume cette progression entre 2005 et l'horizon 2030 ; on y notera l'augmentation des surfaces bâties (en rouge) et la diminution des surfaces agricoles, iii) de réaliser des cartes prédictives de l'occupation du sol et, surtout, de l'avancée permanent du bâti aux dépens des surfaces agricoles. Cette projection est réalisée pour 2020 dans un premier temps puis pour 2030. On notera, pour l'horizon 2030, que les environs de l'aéroport international commencent à se minéraliser. Parmi les résultats intéressants à relever, il nous faudra noter que l'étalement urbain a empiété sur 1283ha de terres cultivables en l'espace de 18 ans (1987-2005), soit 71ha par an ; on constate ainsi une perte de terres agricoles de plus de 50% (52% selon nos calculs).

Conclusion

Malgré les limites mentionnées des deux méthodes de traitements liées à la subjectivité de l'interprétation et à la résolution des images satellitaires, elles ont permis d'obtenir des données quantitatives sur l'évolution spatio-temporelle de l'occupation du sol et l'évaluation de la consommation de l'espace agricole. Les résultats ont montré que la zone d'étude a perdu plus de 1200ha de terre à haute potentialité agricole en l'espace de 18 ans à un rythme de 70ha par an, l'urbanisation mal maîtrisée a empiété sur la moitié de l'espace agricole durant la période 1987-2005. Deux causes principales peuvent être relevées :

- i) Pour répondre aux besoins de la population en matière de logements, plusieurs programmes d'habitats collectifs et de lotissements individuels ont été approuvés et réalisés en détournant l'application des textes de protection du foncier agricole.
- ii) La phase d'instabilité sécuritaire vécue par l'Algérie de 1990 à 2000 a engendré de nouvelles vagues d'exode rural et a amplifié ainsi la pression sur le foncier agricole.

Les principaux résultats de la présente étude sont de deux ordres : i) une cartographie historique montre que l'espace agricole de la périphérie d'Alger est menacé par une urbanisation rapide et incontrôlée ; ii) une simulation prédictive de l'occupation de l'espace jusqu'en 2030, confirme cette tendance de la disparition graduelle des espaces agricoles ; iii) l'étude montre également une réorientation des axes historiques d'extension du SE vers le une direction EO l'envoyant sur la Mitidja.

Les causes d'une telle tendance nous paraissent être : i) l'influence du front de mer s'atténue après une période actuelle marquée par la préférence des espaces maritimes, ii) la mise en place de nouvelles ceintures autoroutières quadrillant l'algérois par le sud donne un nouveau schéma de la ville d'Alger sur le plan de son extension, enfin iii) l'émergence de plusieurs pôles urbains vers le sud au-delà de l'aéroport d'Alger marque un passage d'entrée du territoire dans une phase qui affiche les stigmates d'une pression foncière inévitable d'ici 2030.

BIBLIOGRAPHIE

- Abdellaoui, Abdelkader (2007), Intégration de l'imagerie satellitale multi-résolution et de données terrain pour la réhabilitation des quartiers anciens en milieu oasien. Cas de la ville de Laghouat (Algérie) ; *Analele Universității București Geografie* ; 2007 ; pp. 5-20.
- Abdellaoui, A. et Rougab, A. (1995), Caractérisation de la réponse du bâti : application au complexe urbain de Blida (Algérie). In Télédétection des milieux urbains et périurbains, Actes des VIe Journées scientifiques du Réseau Télédétection de l'AUPELF / UREF, 2- 5 octobre 1995, Liège (Belgique), pp. 75-83.
- Bannari, A. (1996) : La télédétection et les indices de végétation pour la détection de la végétation éparse et moyennement dense : cas de l'environnement urbain ; thèse de doctorat, Département de géographie et télédétection, Université de Sherbrooke, 230p.
- Benblidia, N., Abdellaoui, A., Guessoum, A. et Bensaid, A. (2006), Utilisation de la morphologie mathématique pour l'analyse de l'occupation de l'espace en zones urbaines et périurbaines présaharienne. Cas de Laghouat (Algérie)", *Revue Télédétection*, vol. 6, no 2, pp. 177-190.
- Ahmad, M.N. (1956) : Land utilisation work in Dacca district, East Bengal, Pakistan, 18 congrès international de géographie, Rio de Janeiro, Brésil, 1956.
- Claramunt, C., Parent, C., Spaccapietra, S., Theriault, M. (1999), Database Modeling for environmental and land use changes ; Geertmans, S., Openshaw, S., Stillwell, J.

- (eds), *Geographical information and planning ; European Prospectives*, Berlin ; Springer.verlag, 1999, pp. 173-194.
- Clibbon, P.B. (1965), L'évolution récente de l'utilisation du sol sur la rive nord du Saint-Laurent entre Québec et Montréal ; *cahier de géographie du Québec* 10(19), 1965, pp. 55-71.
- Coombs, D.B., Thie, J. (1979), *The Canada Land Inventory System ; planning the uses and management of land*, ASA, ESSA, Soil Society of America 1979, pp. 909-933.
- Dragicevic, S., Marceau, D.J. (2000), A fuzzy logic approach for modeling time in GIS *international journal of geographic information science*, 14, (3), 2000, pp. 225-245.
- Dziewonski, M. (1956), *detailed land use mapping in Poland ; 18^{ième} congrès international de géographie ; Rio de Janeiro, Brésil, 1956.*
- European Environment Agency (2000), www.eea.europa.eu
- George, Pierre (1957), *Géographie Agricole ; Annales de Géographie ; 66, (363) ; 1957, pp. 27-31.*
- Gadal, S. (2003), *Méthodes RSI pour l'identification des formes du bâti ; International SFTP conférence proceeding, Télédétection et photogrammétrie pour le développement en milieu urbain ; ENSG, Marne-la-Vallée, 26-28 novembre 2003.*
- Gribandi, D. et Albani, D. (1956), *carte agraire de Frignano et de Lucarnie et de la Calibre ; 18^{ième} congrès international de géographie ; Rio de Janeiro, Brésil ; 1956.*
- Hornsby, K., Yuan, M. (2008), *understanding dynamics of geographic domains*, Boca Raton, FL: CRC Press, 2008.
- Hung, P.T. (1998), *Suivi de l'utilisation du sol à l'aide de l'image TM de Landsat et de la géomatique : le cas de district de Bao loc, province de Loun dong, Vietnam (1992-1998), mémoire de maîtrise, département de géographie et de géomatique Sherbrooke ; université de Sherbrooke, 2000.*
- Jensen, J.-R. (1996), *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective. 2^{ème} édition*, Prentice-Hall, Upper Saddle River, 318 p.
- Langran, G. (1992), *Time in geographical information systems*, London, Taylor et Francis, 1992.
- Theriault, M., Leraig, S., Gourmelon, F., Le Berre, I. (2011), *Modélisation des changements d'occupation et d'utilisation du sol, cadres formels et exemple d'application ; revue internationale de géomatique, volume 21, n° 3 / 2011.*
- Moller-Jensen, L. (1990), *Knowledge-based classification of an urban area using texture and context information in Landsat- TM imagery. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 56, no 6, pp. 899-904.
- Mun, L.C., Mc Clellan, J.B., Philpotts, L.E. (1966), *Airphoto interpretation and rural land use mapping in Canada ; Photogrammetria*, 21(3) ; pp. 65 -76, 1966.
- Mutin, Georges (1997), *La Mitidja, décolonisation et espace géographique ; édition CNRS, Paris, 1997.*
- Pagelow, M. (2004), *Géomatique et géographie de l'environnement : De l'analyse spatiale à la modélisation prospective ; thèse d'habilitation à diriger des recherches ; université de Toulouse le Mirail ; 2004.*
- Peuquet, D. (1994), *A conceptual framework for the representation of temporal dynamics in geographic information systems ; Annals of the association of American Geographers*, 84 (3), pp. 441-461, 1994.

- Robin, M. (2002), Télédétection, Des satellites au SIG. Une analyse complète du processus de création d'un type essentiel d'information géographique. *Nathan Université*. 318 p., 2002.
- Serendero, M.A. (1989), Extraction d'informations symboliques en imagerie SPOT : Réseaux de Communication et Agglomérations.
Thèse de Doctorat, Université de Nice, 1989.
- Swain, P.H. et S.M. Davis (1978), Remote sensing: the quantitative approach. New York, McGraw-Hill, 396 p.
- Serra, J. and Chermant, J.L. (1997), Mathematical morphology : A historical overview ; *Acta stereological*, vol. 16, n° 3, pp. 1-9.
- Soille, P. (1999), Morphological Image Analysis. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 316 p.
- Tomlinson, R.F. (1967), An introduction to the geo-information system of the Canada Land inventory , Ottawa: ARDA , ministère des forets et du développement rural au Canada, 1967.
- Wachowicz, M. (1999), Object oriented design for temporal GIS, London, Taylorand Francis, 1999.

APPORTS DES SIG POUR LA GESTION DE LA SIGNALISATION ROUTIERE URBAINE ET LE COMPORTEMENT DES USAGERS DE LA ROUTE PAR RAPPORT AUX OBLIGATIONS ET INFORMATIONS

MOURAD ZITANI¹, ABDELKADER ABDELLAOUI²

Résumé

Il existe de nombreux travaux liés à une approche géographique de l'usage de la route, notamment pour la circulation routière, les transports urbains, le marquage routier, les sentiers récréatifs, le réseau cyclable, la gestion des chaussées ou encore les accidents de la route. Les travaux sur la signalisation routière urbaine sont au contraire très rares.

Cette signalisation demeure pourtant à la fois le principal outil de gestion de la voirie mais aussi l'unique moyen d'orienter l'utilisateur de la route sur la manière de faire quand il est au volant, voire à pieds. Le suivi permanent de l'état de cette signalisation est important pour éviter la congestion du trafic ainsi que les accidents de la circulation. Une approche géographique de ce suivi, par le moyen des systèmes d'informations géographiques, devrait permettre une vision globale et un contrôle quasiment en temps réel.

En Algérie la gestion de la signalisation routière est encore réalisée par les moyens traditionnels où l'outil numérique n'est qu'accessoire. On trouve peu de travaux de recherche sur cette question.

L'objectif du présent travail est double : i) réaliser un état des lieux de la signalisation routière dans la ville pour tenter de comprendre le comportement social vis-à-vis de cette signalisation ii) proposer un avant-projet de réseau de signalisation urbaine de la ville de Laghouat (Algérie), s'appuyant sur l'utilisation des systèmes d'informations Géographiques « SIG » comme outil d'aide à la gestion et la mise en œuvre d'une stratégie de suivi du patrimoine de signalisation ; nous nous limitons dans le cadre de ce travail à la signalisation verticale. Dans le modèle proposé, nous avons introduit le comportement des usagers par rapport aux signalisations, notamment le respect des indications. Une enquête particulière a été menée sur terrain.

Mots clés : *signalisation routière, Laghouat, organisation urbaine, usager de la route.*

¹ Université de Laghouat, Algérie.

² Réseau Campus Virtuel Avicenne, Paris, abdellaoui.geo@gmail.com

Abstract

There are many works related to a geographic approach to road use: road traffic, urban transport, road markings, recreational trails, the bicycle network, roadway management or road accidents. On the contrary, there is little work on urban road signs.

However, this signage remains both the main road management tool but also the only way to guide the road user on how to do it while driving or even on foot. Continuous monitoring of the status of this signage is important to avoid traffic congestion and traffic accidents. A geographic approach to this monitoring, by means of geographic information systems, should allow a global vision and control almost in real time.

In Algeria, the management of road signs is still carried out by traditional means where the digital tool is only an accessory. There is little research on this issue.

The objective of this work is twofold: i) carry out an inventory of road signs in the city to try to understand social behavior towards this signaling; ii) propose a draft urban signaling network for the city of Laghouat (Algeria) based on GIS system to manage road signs and elaborate a signaling heritage monitoring strategy; we limit ourselves in the context of this work to vertical signage.

In the proposed model, we have introduced the behavior of users with regard to signals, in particular respect for indications. A specific investigation was carried out in the field. A specific investigation was carried out in the field.

Keywords: *road signs; Laghouat; urban organization; road users.*

Introduction

La signalisation demeure à la fois le principal outil de gestion de la voirie mais aussi l'unique moyen d'orienter l'utilisateur de la route sur la manière de faire quand il est au volant, voire à pieds. Le suivi permanent de l'état de cette signalisation est important pour éviter la congestion du trafic ainsi que les accidents de la circulation. Une approche géographique de ce suivi, par le moyen des systèmes d'informations géographiques, devrait permettre une vision globale et un contrôle quasiment en temps réel.

Il existe de nombreux travaux liés à une approche géographique de l'usage de la route, notamment pour la circulation routière, les transports urbains, le marquage routier, les sentiers récréatifs, le réseau cyclable, la gestion des chaussées ou encore les accidents de la route. Les travaux sur la signalisation routière urbaine sont au contraire très rares.

Parmi ces travaux, nous pouvons signaler ceux qui nous paraissent les plus proches de notre travail. Emery, J. et al. (2014) s'interrogent « sur l'opportunité qu'offre la simulation multi-agents pour intégrer des données d'observation du trafic routier au sein d'un SIG ». L'application est faite sur la ville de Dijon (France). Pellecuer et al. (2009) notent que « la sécurité des usagers de la route figure parmi les priorités du ministère des Transports du Québec (MTQ). Dans ce cadre, le maintien de la visibilité du marquage routier en tout temps et sous toutes les conditions climatiques est bien évidemment primordial. L'amélioration de la signalisation horizontale et de sa gestion s'avère donc être une composante essentielle du service offert par l'administration routière aux usagers de la route ». Le travail Moretti S-D (2018) porte sur la gestion et le partage des données des sentiers récréatifs canadiens et une nouvelle norme des données intégrées à un SIG. Il a pour objectif le « développement d'un schéma d'application GML (*Geographic Markup Language*) dédié à la gestion et à la diffusion des données géographiques et non géographiques relatives aux sentiers récréatifs ».

Dupuis, B. (2005) s'est proposée de décrire les processus de gestion des supports d'affichage culturel, officiel et commercial, sur le domaine public de la Ville de Neuchâtel. Mentfakh, T. et al. (2014), partant du constat d'augmentation brusque des véhicules en Algérie qui « engendre des désorganisations dans la gestion courante comme la modification permanente de la structure des trafics et des usages sur les réseaux routiers », affirment « qu'il faudrait établir régulièrement un plan de signalisation routière structurée » et proposent la réalisation d'un Système d'Information Géographique pour la signalisation du réseau routier dans le cas pratique la région de Mostaganem.

Le Conseil Général 'Loire' a mis sur site un rapport (non daté) sur la « Mise en place d'un SIG pour la gestion des équipements sur les routes départementales de la Loire ». Le projet visé a pour objet « Élaboration du schéma directeur de signalisation directionnelle et touristique ».

Rappelons que la signalisation urbaine est l'outil de communication par excellence entre la route et ses usagers ; elle se compose de trois éléments qui interagissent entre eux, à savoir : i) la route et son environnement, ii) la circulation et les véhicules qui en font partie, et enfin iii) les usagers en voiture, éventuellement à vélo et les piétons. Elle

est principalement composée de panneaux, de marques sur la chaussée et de signaux lumineux et permet à l'usager d'adapter sa conduite aux particularités présentes sur la route. La signalisation agit ainsi comme le mode d'emploi de la route, en édictant des prescriptions, en signalant des dangers et en donnant des renseignements sur comment et où se diriger pour se rendre à destination. Elaborée et suivie par des services particulièrement dédiés, elle constitue un lien important avec l'usager de la route et doit, à cet effet, faire l'objet d'un regard attentif permanent.

En Algérie la gestion de la signalisation routière est encore réalisée par les moyens traditionnels où l'outil numérique n'est qu'accessoire. On trouve peu de travaux de recherche sur cette question.

Le présent travail a pour objectif du présent travail est double : i) un état des lieux de la signalisation routière dans la ville pour tenter de comprendre le comportement social vis-à-vis de cette signalisation ii) proposer un avant-projet de réseau de signalisation urbaine de la ville de Laghouat (Algérie), s'appuyant sur l'utilisation des systèmes d'informations Géographiques « SIG » comme outil d'aide à la gestion et la mise en œuvre d'une stratégie de suivi du patrimoine de signalisation ; nous nous limitons dans le cadre de ce travail à la signalisation verticale.

1. Présentation de la zone d'étude

La ville de Laghouat (Algérie), chef-lieu de wilaya (département), est située à 400 km au sud d'Alger sur le grand axe routier Nord-Sud à une altitude de 750 m sur le flanc sud de l'Atlas saharien. Elle se présente sous la forme de deux amphithéâtres qui se font face, sur les flancs de deux mamelons du djebel Tizigarine allongés dans le sens Nord-Est au Sud-Ouest.

D'oasis construite sur les deux flancs du djebel Tizigarine, Laghouat s'est transformée en véritable métropole où le construit a d'abord pris la place des jardins puis s'est étendu dans une première phase en suivant la RN1.

A cet effet, Abdellaoui (2007) note que « les vieux quartiers constituaient le centre de vie de la ville (résidences, commerces, rencontres), ils sont désormais petit à petit désertés et délaissés ; même

dans les cas où certains petits commerces tentent de braver les mutations et où un noyau de vie semble se maintenir, on sent une sorte d'abandon des propriétés pour des multiples raisons ».

La population de Laghouat est passée de 42800 hab en 1977 à 119043 hab en 2003, soit une multiplication par un facteur de 2.8 en 26 ans (Benblidia et al, 2006) ; en 2011 elle était de 144747 hab selon les statistiques de l'Office National des Statistiques (ONS) ; elle sera en 2030 de 196122 hab selon des estimations.

Benkouider et al. (2012) notent que la ville de Laghouat occupe une position stratégique en tant que ville relai, entre le Nord et le Sud et représentant le point de convergence des anciens parcours de caravanes. Elle est située à 400 km au sud d'Alger et à une altitude moyenne de 751 m. Elle se développe de l'Est à l'Ouest sur trois collines, sorte d'arête rocheuse entre une plaine au nord et une daya au sud.

Rappelons enfin que l'exploitation et l'entretien du réseau routier de la ville sont confiés au service d'exploitation de la direction des travaux publics (DTP) de la wilaya dont la mission consiste à offrir aux usagers de la route un niveau de service satisfaisant de confort et de garantir la sécurité routière grâce à l'entretien et la préservation du patrimoine routier ainsi que les dépendances de la route (équipements de signalisation, éclairage...).

2.Méthodes et outils

2.1.Hypothèses et démarches

Le présent travail concerne de manière particulière la ville de Laghouat mais la démarche peut être étendue à toute autre agglomération urbaine. Nous nous limitons ici à la signalisation verticale à l'intérieur de la ville et à sa proximité ; ce type de signalisation regroupe l'ensemble des signaux conventionnels implantés verticalement dans le champ visuel de l'utilisateur de la route ; dans le cadre de ce travail nous nous sommes limités aux types de panneaux présents dans la région d'étude. Nous avons ainsi seize types de signalisation verticale résumés par le tableau (1). L'application à

d'autres zones urbaines comportant plus ou moins de types de panneaux de signalisation peut être réalisée en ajoutant des couches d'informations supplémentaires. Une couche panneau publicitaire est également incluse ; elle ne fait pas communément partie de la signalisation routière gérée par les services administratifs compétents mais fait partie du cadre visuel de l'utilisateur de la route.

Une couche « routes » a également été créée.

Nous avons également réalisé des enquêtes terrain pour apprécier le comportement des usagers de la route face à la signalisation routière ; pour cela, nous avons ciblé des points d'implantation d'un certain nombre de signaux et avons décompté les respects et non respects des indications.

2.2. Données et outils

2.2.1. L'image satellitale

Nous avons utilisé l'application (maps downloader for Google satellite) dans sa version gratuite, pour acquérir une image Google Earth de très bonne résolution de la ville de Laghouat que nous avons calé sous MapInfo ; une image de Google Earth est également utilisée après calage avec la projection 'Universal Transverse Mercator WGS84 zone 31N'.

2.2.2. Les données terrain

2.2.2.1. Les panneaux de signalisation verticale : Nous avons trouvé 16 types de signalisation verticale à Laghouat comme le montre le tableau (1).

Tableau 1

Les panneaux de signalisation verticale à Laghouat

Intitulé du panneau	Type	Nombre de panneaux
Passage pour piétons	A 2b	22
Ralentisseurs	A 7	33
Annonce d'un giratoire	AB 25	13
Signal d'intersection	A 22	22

Marquer un arrêt (STOP)	B 2	34
Cédez le passage	B 1	37
Interdiction de tourner	C7 et C8	7
Interdiction d'accès à tout véhicule	C1	23
Limite de vitesse	C11a	58
Interdiction de stationnement	C11a	13
Indication du sens de rotation obligatoire	D	16
Identification de route	E	75
Arrêt d'autobus		32
Feux tricolores		4
Indication de noms de quartiers		21
Panneaux publicitaires		19
Nombre total de panneaux		429

Nous avons relevé par GPS les coordonnées géographiques des 429 panneaux ; les informations ont été portées sur fichier Excel. Nous avons ensuite créé sous MapInfo 16 tables correspondant à ces types de signalisations verticales puis créé les points correspondants en utilisant les coordonnées géographiques relevées.

A ces 16 tables nous avons ajouté deux tables :

- Une table 'route' sur laquelle sont dessinées en polygones les trois catégories de routes : i) la route nationale (RN1), ii) les départementales et les routes à l'intérieur de l'agglomération.

- Une table 'secteurs urbains' qui constituent les « grands quartiers »

Le fond de carte est constitué par un extrait d'image satellitale Google Earth que nous avons géoréférencée.

2.2.2.2. Enquêtes sur le comportement des usagers de la route : Nous avons mené une enquête terrain en date du 13 septembre 2018 pour relever le comportement des usagers sur des points d'intérêt que nous avons choisis pour les signaux particuliers suivants : i) STOP, ii) passage pour piétons, iii) cédez le passage. Pour chacun de ces trois types de signaux, nous avons relevé le pourcentage de respect du signal par l'utilisateur pour 33 points d'observation pour le signal 'stop', 32 points pour le signal 'passage pour piétons' et 37 points pour le signal 'céder le passage'. Nous avons noté les coordonnées de l'ensemble des points d'observation par GPS ; ceci nous a permis de les localiser et constituer des couches correspondantes sous MapInfo.

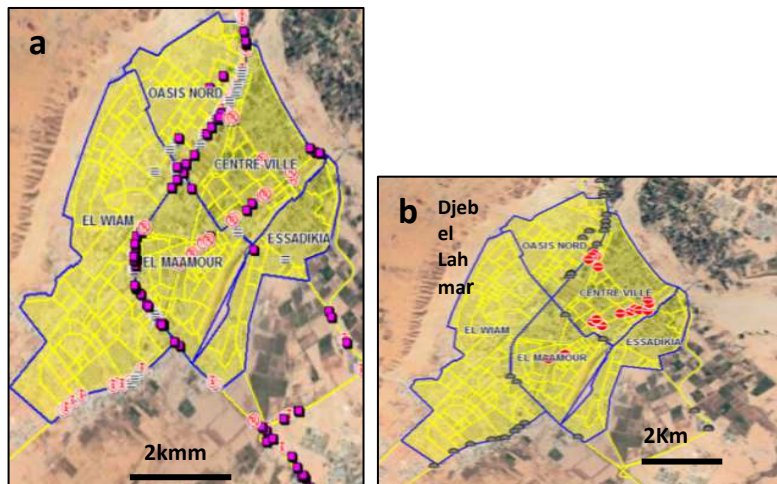


Fig. 1. Exemples de résultats (Sources : Auteurs)

2.2.3. Les outils logiciels

Pour l'élaboration de notre base de données géoréférencées, nous avons fait le choix de l'outil SIG MapInfo ; nous avons travaillé avec la version 8.5 dont nous disposons d'une licence. Le choix de MapInfo a été largement influencé par la facilité d'apprentissage des agents de l'administration pour cet outil.

L'outil Excel (office pro 2010 avec licence) est utilisé pour la collecte des données terrain et leur migration vers MapInfo.

3. Principaux résultats

La figure (1) montre deux exemples de résultats : en (a) nous montrons les panneaux de direction obligatoire, de limite de vitesse et de passage pour piétons ; en (b) seuls les passages pour piétons sont visualisés. Cet exemple montre les possibilités d'usage de la base de données géoréférencées : concentration sur un panneau de signalisation particulier ou analyse d'une combinaison de panneaux de signalisation au gré de l'utilisateur, en fonction d'un problème à traiter.

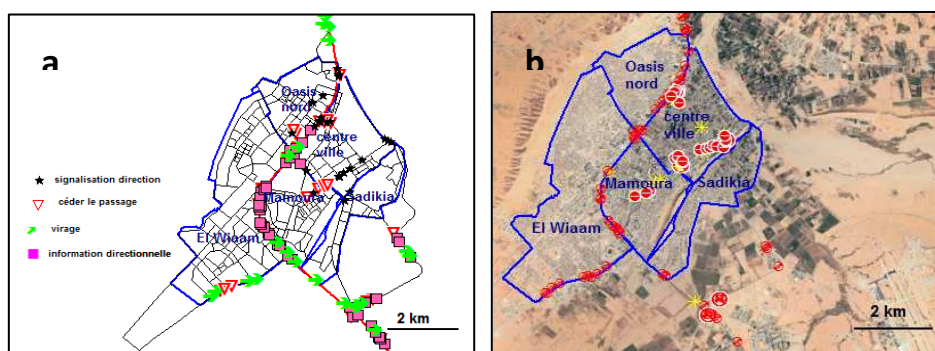


Fig. 2. Les panneaux par grands types ; (a) les obligations ; (b) les interdictions
(Sources : figures issues des traitements sur MapInfo réalisés par les auteurs)

La figure (2) montre les panneaux signalant une obligation (a) et les interdictions (b) ; en (a) sont représentés les signalisations concernant : le céder le passage, l'obligation de tourner, ainsi que des informations directionnelles ; en (b) nous avons visualisé les signalisations de stationnement interdit (symbole en couleur jaune pour le différencier), de sens interdit, d'interdiction de tourner et limite de vitesse.

La figure (3) nous montre :

- en (a) les panneaux signalétiques concernant : les passages piétons, les ralentisseurs, les feux tricolores et les ronds-points
- en (b) : les panneaux publicitaires et les arrêts d'autobus

Une requête SQL nous a permis de déterminer les superficies ainsi que le nombre total de panneaux de signalisation routière des cinq zones principales de la ville que nous présentons sur le tableau (1).

Tableau 1

Superficies des quartiers

Quartier	Superficie en km ²	Nombre de signaux
Centre-ville	4.05	89
El Mamourah	3.54	101
Essadikia	2.88	15
El Wiaam	8.58	84
Oasis Nord	3.08	68

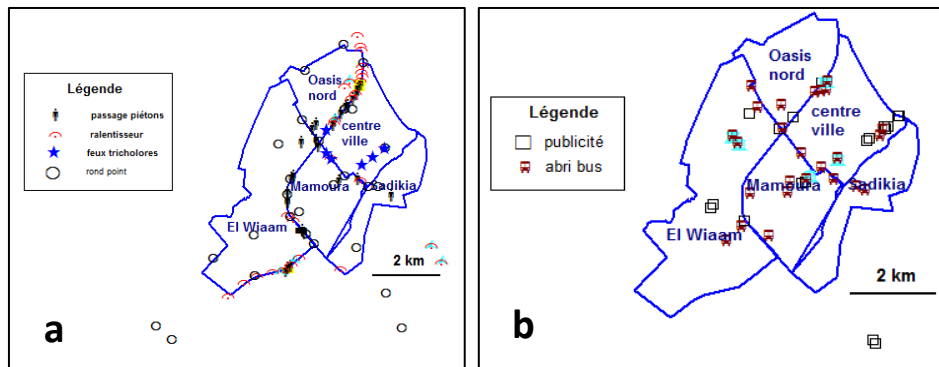


Fig. 3. Autres signalisations particulières

Le centre-ville est la principale zone d'activité commerciale. Essadikia est la zone qui avait accueilli la sédentarisation des nomades pendant l'époque coloniale. Oasis Nord représente la première extension nord de la ville. El Wiaam représente une sorte de nouvelle ville.

Le résultat des enquêtes sur le respect des signalisations routières verticales est donné par le tableau (2) :

Tableau 2

Respect des signalisations routières

stop : 33 signaux			passage piétons : 32 signaux			céder le passage : 37 signaux	
100	70-90	< 70	100	50-90	< 50	100	60-90
8	15	10	0	21	11	13	24
24.2%	45.5%	30.3%	0.0%	65.6%	34.4%	35.1%	64.9%

L'enquête a été réalisée le sur 33 panneaux pour le signal stop, 32 panneaux pour le signal passage piétons et 37 panneaux du signal céder le passage. Le tableau (2) nous fournit le pourcentage de respect du panneau par le conducteur (ligne 2) et le nombre de point de contrôle (ligne 3) pour chaque catégorie de pourcentage de respect ; il représente une compilation des résultats dans laquelle nous avons retenu trois classes pour les deux panneaux 'Stop' et 'passage piétons' et seulement deux classes pour le panneau 'céder le passage'.

4. Discussions

La figure (1) nous montre que l'outil permet de visualiser les résultats selon le type de problème à traiter : type particulier de panneaux à surveiller dans l'ensemble de la cité ou analyse spécifique à un quartier. Ceci est d'une utilité pour les services administratifs ainsi que pour d'éventuels travaux de recherches sur la cité. Il est évident que le modèle proposé peut être adapté à d'autres zones d'études, sous réserves du travail de collectes d'informations particulières.

Des figures (2) et (3), nous noterons les points essentiels suivants :

- La concentration de panneaux de signalisation sur la route nationale 1 (RN1) ; cela pourrait sembler normal à cause du double usage de cette voie : i) son caractère de voie de passage entre le Nord et le Sud et ii) l'intégration de cette voie dans l'activité de la cité (proximité des commerces, annexes administratives et habitations et donc de traversée par obligatoire par les piétons.
- La concentration de panneaux de signalisation dans le centre-ville en opposition aux quartiers 'Wiaam' qui est quasiment l'équivalent d'une nouvelle ville encore en cours de réalisation et du quartier 'Essadikia', traditionnellement considéré comme quartier « secondaire » peu aménagé par rapport au reste de la ville.
- Les panneaux 'abri bus' sont certes concentrés sur le centre-ville mais sont également présents sur les parties reculées des quartiers périphériques ; cela montre que le réseau de transport urbain suit assez bien le développement de la ville.
- Le nombre de ronds-points est relativement important, en particulier sur la RN1, mais souvent au-delà.
- Le nombre de ralentisseurs de la circulation (dos-d'âne) est relativement important ; nous avons constaté que ces ralentisseurs n'obéissent pas aux normes conventionnelles (hauteur, accès et sortie, signalisation anticipée)
- La figure (3b) nous indique la présence de nombreux panneaux de publicité dans les grandes zones (excepté 'Essadikia') ; ceci est nouveau dans la culture populaire.

Le tableau (1) nous donne à la fois les superficies des grands quartiers mais aussi le nombre de signaux dans chaque zone. Il aurait été intéressant de rapporter ce nombre à la population et à l'activité

commerciale (voire artisanale) de chaque quartier ; nous n'avons pas pu trouver de telles statistiques. Nous noterons cependant que le plus grand nombre de panneaux de signalisation se trouve dans le quartier 'Mamourah' qui devait être, à l'origine, un quartier résidentiel mais qui a reçu l'implantation de diverses activités administratives, commerciales et artisanales (grande annexe de la poste, tribunal, banques, commerces de proximités, restaurants, café, bazars, officines et cabinets de santé publique). Ceci explique la densité des fréquentations des usagers et donc du nombre important de panneaux règlement la circulation routière (101). Ce tableau nous indique aussi que le nombre de panneaux de signalisation routière n'est que de 15 dans le quartier Essadikia, soit 4.2% du nombre total de panneaux ; ceci confirme encore une fois le caractère de traitement « particulier » de ce quartier.

Le tableau (2), résultat de notre enquête terrain sur le respect de la signalisation routière par les conducteurs, nous informe que :

- Le pourcentage de respect de la signalisation est globalement faible (moins de 50% pour l'ensemble des panneaux contrôlés)
- Le respect strict n'est que de 24% pour le signal 'stop' et 35% pour 'céder le passage' ; il est de 0% pour le 'passage piéton' ; la culture de la priorité au piéton sur l'usage de la route n'est pas encore introduite dans la conscience populaire
 - Le signal 'céder la passage' est peu respecté
 - Même le signal 'stop' qui nécessite de marquer un arrêt obligatoire est très peu respecté dans cette forme
 - Ces remarques nous montrent qu'une campagne de sensibilisation de l'usager de la route suivie de consignes aux écoles de conduite doit être mise en place.

Conclusion

Le présent travail nous a permis de proposer un modèle de gestion la signalisation routière verticale utilisant des enquêtes terrain sur le comportement des conducteurs de véhicules et une base de données géoréférencées sur l'ensemble des signalisations routières verticales à Laghouat. Nous avons utilisé l'outil logiciel "MapInfo" pour deux

raisons principales : la disposition d'une licence et le fait que certains services publics locaux l'utilisent ce qui facilite le dialogue. L'usage de MapInfo dans ce travail n'est évidemment pas exclusif. Une migration vers l'outil free 'Qgis' est possible et ne pose pas de problème particulier.

Ce modèle est bien évidemment d'une grande utilité pour les gestionnaires du réseau de signalisation (services de la DTP, en particulier) ; mais il peut être mis à la disposition des écoles de conduite en leur fournissant un outil supplémentaire d'appui à la formation en montrant l'ensemble des signalisations verticales dans la ville et en sensibilisant les apprenants sur le comportement des usagers de la route.

Les résultats que nous avons présentés nous ont permis d'avoir une idée de répartition des panneaux de la circulation routière par quartier et d'en déduire, par voie de conséquence, la dynamique de chaque quartier ou zonage de la ville.

Nous avons également pu apprécier les comportements des conducteurs par rapports aux signalisations ; nous avons ainsi pu constater le pourcentage élevé du non-respect des obligations ; ce qui nécessiterait des campagnes de formation et de sensibilisation particulières.

A ce travail manque l'absence de statistiques de population globales et par zones d'habitation et d'activités ; un travail d'enquêtes supplémentaire pour pallier à cette carence sort du cadre de cette étude mais aurait permis d'aller plus loin dans les analyses.

BIBLIOGRAPHIE

- Abdellaoui, Abdelkader (2007), *Intégration de l'imagerie satellitale multi-résolution et de données terrain pour la réhabilitation des quartiers anciens en milieu oasien. Cas de la ville de Laghouat (Algérie)*; *Analele Universitatii București ; Geografie* ; 2007.
- Benblidia, Nadja, Abdelkader Abdellaoui et Abdelkrim Bensaid (2006), Utilisation de la morphologie mathématique pour l'analyse de l'occupation de l'espace en zones urbaine et périurbaine présaharienne ; cas de Lag-houat (Algérie). *Revue Télédétection* ; Vol. 6, n°2 ; pp. 177-190.
- Benkouider et al. (2012) : *Extraction de routes par classification supervisée et par réseaux de neurones artificiels à partir d'image spot : cas d'une ville Oasienne (Algérie)* ; *Revue Télédétection* ; vol. 11 ; n° 1 ; pp. 237-249.
- Conseil Général 'Loire' : *Mise en place d'un SIG pour la gestion des équipements sur les routes départementales de la Loire* ; http://www.cotita.fr/IMG/pdf_Mise_en_place_SIG_Loire_1.pdf

- Dupuis, Blaise (2005), Une approche géographique de la gestion de l'affichage en ville de Neuchâtel : logiques de localisation, stratégies des acteurs et partenariat public-privé ; Mémoire de diplôme universitaire ; Université de Neuchâtel, 2005.
- Emery, Justin, Marilleau, Nicolas, Thevenin, Thomas, Martiny, Nadège (2014), *Du comptage ponctuel à l'affectation par simulation multi-agents : Application à la circulation routière de la ville de Dijon* ; sagéo ; 2014 ; https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers15-06/010064551.pdf
- Mentfakh, T. ; et Si-Afif, A.-M. (2014), *Réalisation d'un Système d'Information Géographique pour la signalisation du réseau routier : cas pratique la région de Mostaganem* ; mémoire de master en informatique-SIG ; Faculté des Sciences Exactes & de l'Informatique Département de Mathématiques et d'Informatique Filière Informatique ; université de Mostaganem ; 2014 ; URI: <http://e-biblio.univ-mosta.dz/handle/123456789/9397>
- Moretti, S.-D. (2018), « la gestion et le partage des données des sentiers récréatifs canadiens – une nouvelle norme des données intégrée à un SIG Web » ; Mémoire présenté pour l'obtention du grade Maître en sciences géographiques (M.Sc.), cheminement géomatique ; Département de Géomatique Appliquée, Faculté des lettres et sciences humaines, Université de Sherbrooke ; avril 2018,
- Pellecuer, Luc, Roy, Jean-Philippe, St-Jacques, Michèle, Assaf, Gabriel (2009), *Gestion du marquage routier : analyse des acquis et perspectives pour le Québec* ; Congrès AQTR 2009, https://www.researchgate.net/publication/271526432_GESTION_DU_MARQUAGE_ROUTIER_ANALYSE_DES_ACQUIS_ET_PERSPECTIVES_POUR_LE_QUEBEC

<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/9>

ANALYSIS OF CLIMATE CHANGE INDUCED FORCED MIGRATION IN SUB-SAHARAN AFRICA

OLUMIDE DAVID ONAFESO¹

Abstract

This article examines how climate change affects international migration and its economic implication on Sub-Sahara Africa, especially the implications on political and social landscapes as well as how it induces poverty, land loss and ethnic clashes. Precipitation patterns are expected to change, where water availability may fall by 20-30%, under a conservative 2°C increase by 2100 leading to stressed local freshwater supplies, reduced crop yields and desertification. Increase in temperature is found to be associated with a 2.66% reduction in the growth of agricultural output, leading to economic growth reductions average of 1.3% points for each degree of warming. Due to land loss for farming and grazing, political instability has increased since the 1980s with several communal clashes occurring in dispute for the remaining arable land. Thus a 54% increase in armed conflict within the sub-Saharan Africa has been linked to the resulting mass migrations.

Keyword: *Climate Change; Migration; Economic; Social Landscape; Conflicts; Land.*

1. Introduction

Migration, as noted by Castles (2002) involves a ‘complex patterns of multiple causality, in which natural and environmental factors are closely linked to economic, social, and political ones’. According to Rwamatwara (2005), even though it is difficult to conceptualize, let alone to measure the degree of voluntariness in regard to migration processes,

¹ Olabisi Onabanjo University, Department of Geography, Ago-Iwoye, Nigeria, E-mail: olumide.onafeso@oouagoiwoye.edu.ng

the generally agreed interpretation however, is that voluntary migration concerns displacements in search for economic opportunities (Van Hear, 1998). Forced migration, by contrast, is associated with the threat and/or fear that force people to flee their place of residence in search for security and safety (Deng, 1993).

Forced migrations can also be divided into two categories depending on the causes of displacement such as natural disasters on the one hand and migration caused by political violence and/or armed conflict, also known as man-made displacement as well as migration in response to repressive state policies and persecution, that is, refugee migration in a narrow sense, as defined by international humanitarian law, on the other (Sen, 1981).

Following Boano (2008), much of the literature in this area is based on the presumption that climate change results in a reduction of essential resources for livelihood, such as food or water. This may have one of two consequences: those affected by the increasing scarcity may start fighting over the remaining resources; or people may be forced to leave the area by fleeing across international borders or becoming internally displaced. As such, when the migrants encroach on the territory of other people, who may also be resource constrained, the potential for conflict and violence rises (Nordas and Gleditsch, 2007). Barnett and Adger (2007) reviewed a broad range of studies, focusing particularly on countries where a large majority of the population is still dependent on employment in the primary sector, assuming that if climate change results in reduced rainfall and access to the natural capital that sustains livelihoods, poverty will be more widespread, which may lead to increased grievance and recruitment opportunities for rebel movements.

Again, Raleigh and Urdal (2007) found that environmental and demographic variables have a moderate-to-low effect on the risk of civil conflict, but local freshwater scarcity significantly increases the risk of conflict. Reuveny (2007) have emphasised that migration may lead to conflict in host communities citing the Bengali immigration from the plains into the Chittagong Hills and Assam for example. Yet, Suhrke (1997) argued that this case is unique and that there is in fact no systematic evidence for a general link between migration and conflict.

As such, migrants may also be valued for their skills and for their contribution to cultural variability judging from a study by Salehyan and Gleditsch (2006) which indicated that most countries with an influx of refugees since the 1950s have remained peaceful.

Over 42 million people across the world were forced to flee due to disasters triggered by sudden-onset natural hazards in 2010, according to a new study by the Norwegian Refugee Council (NRC)'s Geneva-based Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC). In 2009, 17 million people were displaced by such disasters, and 36 million in 2008. The number of natural disasters reported has doubled from around 200 to over 400 a year over the past two decades. In 2010, over 90 per cent of disaster displacement within countries was caused by climate-related hazards, primarily floods and storms. While the precise scale, location and timing of population movements are uncertain, there is growing evidence that they will be substantial and will increase in the years to come. Climate change acts as an impact multiplier and accelerator to other drivers of human mobility. Although, most displacement is likely to be internal, there will also be external displacements.

Knowing exactly how many people would possibly have no choice than to relocate from their present place of habitation to another, just to escape impacts of climate change, may benefit planning and policy in sub-Saharan Africa. Although globally, a daunting estimate of 200 million climate migrants by 2050 has become popular (see Brown, 2008; Myers, 2005; Stern, 2006), empirical studies on how this would play out at the local-to-regional scale is limited. Furthermore, even though studies have shown that climate change is likely to result in flooding and drought (Christensen et al., 2007; Igor and Pao-Shin, 2002; Hulme, 2001; Le Barbe et al., 2000) which especially would cause the forced migration of populations, other possibilities that climate change will make some places better able to sustain larger populations cannot be ignored.

While studies have indicated that the "fertilization effect" of more CO₂ in the atmosphere could increase crop yields and the density of vegetation in some areas (USGCRP, 2000; Khandekar, 2000; Hansen et al., 1981), others have suggested that altered rainfall patterns may mean that rain might increase in areas previously suffering water stress (Kunstmann

and Jung, 2005). For example, Hoerling et al. (2006) predicts that a warmer north Atlantic and hotter Sahara will trigger more rain for the Sahel.

From a protection perspective, there is no compelling reason to distinguish between displacement due to climate change and other disasters. It is not inconceivable then that there might be migration in order to take advantage of the effects of climate change. In other words, climate change might provide both “push” and “pull” for plausible population displacement in the future. Therefore, the role of climate change in population displacement cannot be assumed to be a linear relationship of cause and effect, of environmental “push” and economic “pull” (Brown, 2008).

The non-climatic drivers thus remain a key variable, since it is population growth, income distribution and government policy that push people to live on marginal lands in the first place. Invariably, a community’s vulnerability to climate change is not a constant, but can be increased or decreased for reasons that may have nothing to do with greenhouse gas emissions (Pielke et al, 2007; IPCC 2001; Khandekar, 2000; Lonergan, 1998). In this sense it is the non-climatic drivers (which put vulnerable people in marginal situations) that can be as important a determinant of the problem as the strength of the “climate signal” itself (Brown, 2008).

It follows therefore that adaptation to climate change has to be broader than tackling the marginal increased impact of anthropogenic climate change. Focusing on the impacts of climate change without factoring in the local context may lead to some bizarre policy distortions, since anthropogenic climate change only exacerbates existing environmental, economic and social vulnerabilities. This paper therefore attempts to: develop an empirical model linking both climatic and non-climatic conditions to human populations in Sub-Saharan Africa; predict future populations based on prevailing climatic and non-climatic indicators; and, assess the overall impact of climate change on forced migration using GCM projections.

This paper aims to contribute to the complex issues of the migration (displacement)-environment nexus, highlighting the emergence of the term environmental refugee, and the debate that surrounds it. It does not however intend to provide a comprehensive discussion of what

constitutes environmentally forced migration and as such remains open for further revision and additional research. We explored three main dimensions of the debate focusing on the notion of environmental refugees, by;

- (i) exploring the terminology environmental refugee and appropriate classifications under such a definition;
- (ii) analyzing the real world applicability of such a definition – whether such people even exist? If so, how many? Can environmental factors be scientifically identified as a root cause of displacement?
- (iii) exploring the issue of protection for environmental-induced displaced people.

2. Methodology

Since this paper is based on the sub-Saharan Africa, forty-eight (48) countries were selected across the continent leaving out the northern Arabic countries based on the regional differences which have been identified in the vulnerability to climate variability and change from existing studies. In all, about thirty-nine (39) variables were selected and divided into eight (8) groups according to targets and similarities in order to enhance empirical analysis.

The General Demographic variables included Land area (thousands of km²) derived from FAO (2008); as well as Population Density (pop / km²), Urban Population for 2009 (% of total), Life expectancy at birth (years) for 2009, the data for all which were sourced from UN, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, *World Population Prospects, The 2008 Revision*, ADB Statistics Department, *Various domestic authorities and IMF World Economic Outlook (March 2010)*, and Proportion of people Undernourished in total population for 2004-2006 sourced from FAO, *The State of Food Insecurity in the World 2010*.

The Economic Indication variables includes Gross National Income (GNI) per capita (Constant 2005 PPP\$) as at 2011 and Population below the International poverty line of \$1(%) obtained from Domestic authorities and World Bank (Povcal 2009), *World Development Indicators, online Database, Country DHS*, Annual real GDP growth (average over 2001-2009) collected from ADB Statistics Department, *Various domestic authorities; IMF World*

Economic Outlook 2009, as well as Human Development Index (2011) and Multidimensional Poverty Index both obtained from the Human Development Report (2011).

Livelihood related variables used in the analysis include Water supply coverage (%) for 2006 and Sanitation coverage (%) for 2006 both of which were extracted from the WHO, 2009, Joint Reporting Form and WHO regional offices reports, Food availability (Kcal/person/day) 2003-2005 derived from FAO (2010), Unemployment rate obtained from the sixth edition of ILO KILM database, and Perception of overall life satisfaction (0, least satisfied) extracted from Gallup (2011).

Variables categorized to describe Perception of Climate Change among the residents of the various countries all of which were derived from Gallup (2011) include:

- (i) Perception that humans cause global warming (% yes),
- (ii) Perception on global warming threat (% serious),
- (iii) Percentage of population active in environmental group,
- (iv) Satisfaction with govt. to reduce emissions (% of population satisfied),
- (v) Satisfaction with actions to preserve environment (% of population satisfied),
- (vi) Satisfaction with air quality (% of population satisfied), as well as
- (vii) Satisfaction with water quality (% of population satisfied).

Migration Indication variables such as Annual immigration growth rate (%) mean from 1960-2005, Emigration rate (%) between 2000-2002, Stock of refugees share of international emigrant stock (%), Stock of refugees share of international immigrant stock (%), and International movement rate (%) between 2000-2002 were all obtained from the Human Development Report (2009). The remaining variables which although were not included in the analysis but was employed in explaining parts of the findings of this paper includes the stock of immigrants between 1960 and 2010 derived from the Human Development Report (2009) as well as the crude birth and death rates involving 5-yearly projections from 1960-2050 was obtained from UN (2007).

3. Result and Discussion

3.1. Demographic issues relating to international movement

International migration, the movement of people across international boundaries, continues to be one of the most important issues of the global policy agenda for it generates enormous economic, social, and cultural implications in both sending and receiving countries. According to a recently published report of Global Commission on International Migration (GCIM), today, there are nearly 200 million migrants internationally around 60% of which are in developed countries, and the other 40% in developing countries, the report also acknowledges that almost one of every 10 persons living in developed countries is a migrant. The more developed regions receive each year about 2.3 million migrants coming from the less developed regions, accounting for two thirds of their population growth.

The patterns of the flow of people between countries are widely influenced by International economic disparities, poverty and environmental degradation, combined with the absence of peace and security and human rights violations are all factors affecting international migration. Today, it is estimated that there are nearly 200 million migrants are living in countries in which they were not born. Around 60 % of all recorded migrants are now to be found in the developed countries, and the other 40% in developing regions. According to the most recent UN statistics on international migration of 2015, Asia has some 49 million migrants, Africa 16 million and the Latin America and Caribbean region 6 million.

It is also worth to note that the composition and concentration of stock of migrants considerably differ from those of the past. A UN publication on Total Migration Stock, noted most of the migrants are concentrated in a small number of countries, 75% are found in just 28 countries. Another interesting observation of the report is that 49% of total migrants are women. Finally, report concludes, all countries are now affected by migration and many, if not most, can be categorized as countries of “origin, transit and destination” (fig. 1).

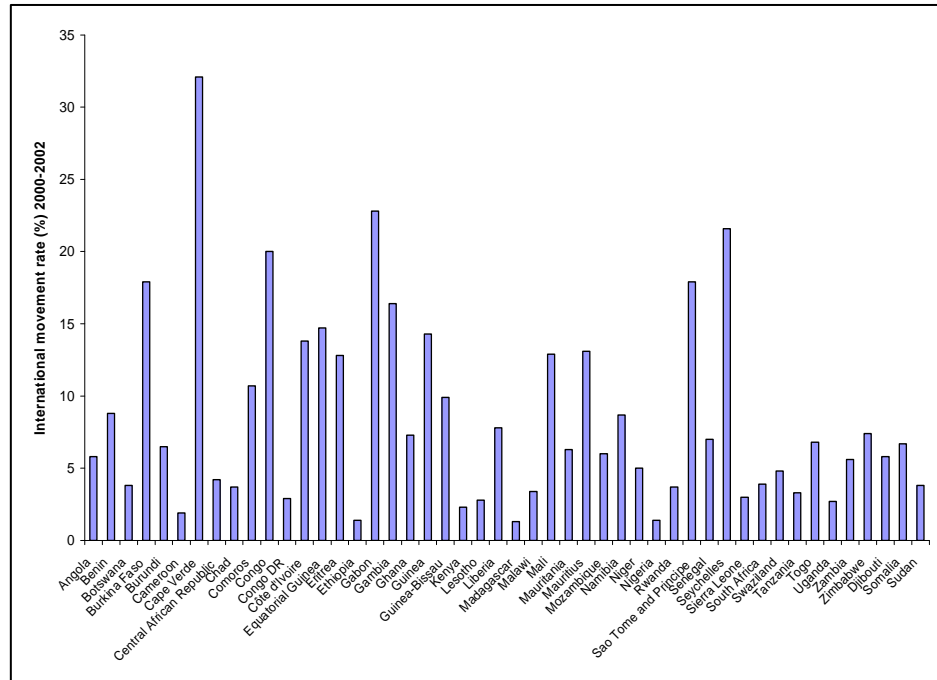


Fig. 1. International Movement Rates by country

The countries showing high rate of international movement are countries with high dependence on the environment for survival; who are mostly agricultural dependent countries in which drought and irregular rainfall pattern affect the crop production and livestock production which in most cases results to crisis in managing the available resources, which lead to war or political crisis making huge number of force migrant across the international borders. Those with low migrant do have other natural resources to fall back on, countries like Nigeria, Angola, and Ghana etc. relying on crude oil, gold and other mineral resources for sustainability of the countries.

3.2. Economic Impacts on Migration in Africa

In most sub-Saharan Africa economies rain-fed agriculture is very important. Changes in rainfall therefore have a critical effect on income

from agriculture. The decline in rainfall has led to increases in rural to urban migration (also Findley 1994). The agriculture sector employs 65% of Africa's labour force and the sector's output has increased since 2000, mainly due to an expansion of agricultural area (World Bank 2013). Yield potential remains higher than actually achieved, with inadequate water and nutrients being the major limiting factors (Mueller et al. 2012). Agricultural production in Sub-Saharan Africa is particularly vulnerable to the effects of climate change, with rain-fed agriculture accounting for approximately 96% of overall crop production (World Bank 2015). The production of crops and livestock other than pigs in Sub-Saharan Africa is typically located in semiarid regions (Barrios et al. 2008). In Botswana, for example, pastoral agriculture represents the chief source of livelihood for over 40% of the nation's residents, with cattle representing an important source of status and well-being for the vast majority of Kalahari residents (Dougill et al. 2010).

Relative poverty, which often limits adaptive capacities of the local population and thus increases vulnerability, is generally highest in highland temperate, pastoral and agro-pastoral areas (Faures and Santini 2008). Higher food prices leading to currency depreciation and conflict and emerging security threats have been identified as a key risk to economic growth in the region (World Bank 2013). Several historical case studies have identified a connection between rainfall extremes and reduced GDP because of reduced agricultural yields. Kenya suffered annual damages of 10-16 % of GDP, not accounting for indirect losses, because of flooding associated with the El Nino in 1997-1998 and the La Nina drought 1998-2000.

The majority of flood losses were incurred in the transport sector, and the drought event lead to a 41 % decline in hydropower production and high costs to industrial production and agricultural losses (World Bank 2004). Similarly, historical temperature increases have had substantial negative effects on agricultural value added in developing countries. Increase in temperature in developing countries has been found to be associated with 2.66 % lower growth in agricultural output, leading to estimates of economic growth reductions by an average of 1.3 percentage points for each degree of warming (Dell and Jones 2012) and reductions in export growth by 2.0-5.6 percentage points (Jones and Olken 2010).

The majority of migration in response to environmental change worldwide occurs within country borders (Tacoli 2009), and much migration is from rural to urban areas. This trend may be exacerbated by the impacts of climate change as they place growing pressure on rural livelihoods (Adamo 2010). Africa's rate of urbanization, already the highest in the world, is expected to increase further, with as much as half the population expected to live in urban areas by 2030 (UN-HABITAT 2010). Patterns of urbanization in Senegal, for example, have been attributed to desertification and drought, which have made nomadic pastoral livelihoods less feasible and less profitable (Hein et al. 2009). While migration in general can be seen in many cases as an adaptive response to local environmental pressures (Tacoli 2009; Warner 2010; Collier et al. 2008), it can bring with it a whole set of other risks – not only for the migrants but also for the population already residing at their site of relocation.

Repercussions can arise from tensions between ethnic groups, political and legal restrictions, and competition for and limitations on access to land. In Niger Republic for example the incident of cattle rustler from Niger trying to steal cattle's from other, who are in that profession moving into the northern states of Nigeria causing havoc by feeding their cattle's vegetation that are already scarce and diminishing due to drought and desertification causing inter rivalry and tension. There are increasing reports of clashes of Fulani herdsmen moving downwards looking for vegetation causing heighten tensions among local farmers and the communities, loss of life and property has been recorded. Some state governments in Nigeria have banned the activities of cattle herdsman in some respective state (fig. 2).

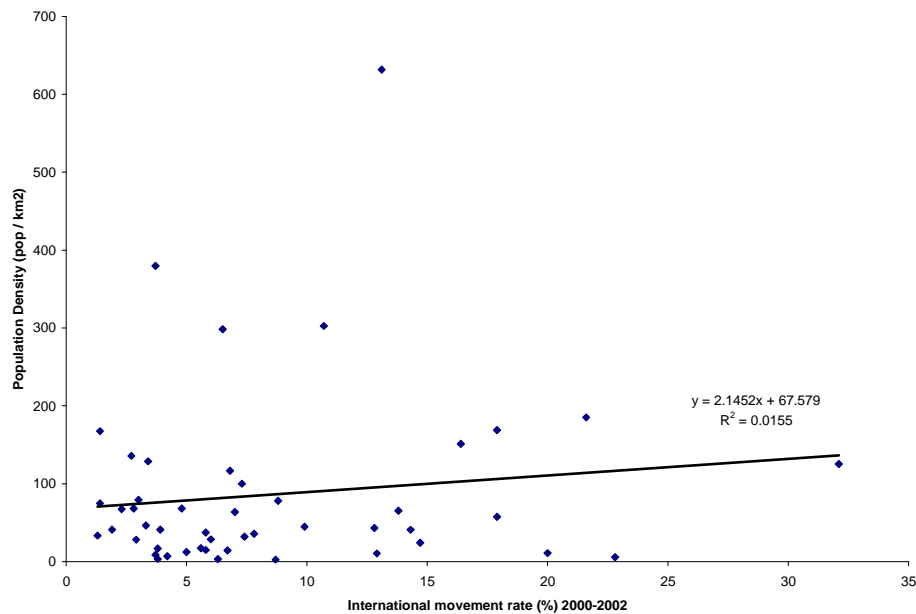


Fig. 2. Relationship between population density and international movement rates

There is a strong indication that climate change affected sub-sahara Africa with high population density tends to moves to area with better economic and political stable countries. Through internal migration, households seek to diversify their portfolio of economic activities in order to ensure survival or to improve their standards of living (Ellis, 1998). Migration is used as a risk management strategy. In Burkina Faso labour migration has been an off-farm livelihood strategy for drought-affected farmers since the 1970s (Nielsen and Reenberg, 2010). Empirical evidence shows the positive economic effects of internal migration on income. In Tanzania, migration added 36 percentage points to consumption growth between 1991 and 2004, according to one study (Beegle et al., 2011). However, positive effects depend on the receiving province's characteristics. Benefits of internal migration only arise under certain conditions. Income inequality is reduced only through migration to provinces with growing industries and labour markets (Phan and Coxhead, 2010). Fig. 3 shows a strong correlation between the numbers of people migrating from sub-Sahara

Africa due to land degradation which not suitable for the agricultural dependent region.

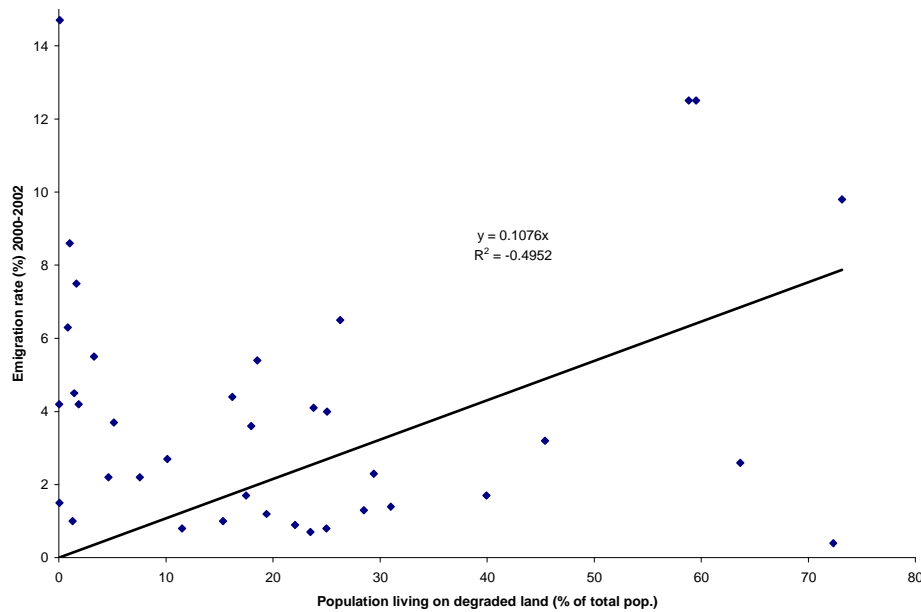


Fig. 3. Emigration rate by populations living on degraded land

3.3. Socio-Political Factors of Trans boundary Flows of People

Climate change has repeatedly been called a major threat to sub-Sahara Africa. Indeed, sub-Sahara Africa has time and again been considered the continent that will be affected most negatively by climate change owing to the combination of severe climate-related impacts, economies that are highly climate-dependent, and countries that have the least capacity to adapt. For example, Cameroon, Chad, the DRC and Nigeria all have high export levels consisting mainly of natural resources. These resources (or natural capital) are estimated to contribute about 26 per cent and 13 per cent to the total wealth of low-income and middle income countries respectively, which, in the main, are located in Africa. The comparative percentage for industrialised nations is just two per

cent. The results reveal that temperature can affect agricultural yields through increases in both crop and surface water evapo-transpiration, resulting in heightened water stress in the absence of irrigation. The combined effect of these mechanisms could be expected to reduce African staple crop yields by 10 to 30 per cent for every degree Celsius (°C) of warming. This is an important finding in the light of the heavy dependence of sub-Sahara Africa countries on agriculture and the production of primary commodities.

Recent predictions suggest an increase of 54 per cent in armed conflict in sub-Saharan Africa by 2030 compared to the 1980–2000 period. Concurrently, the risk of violent conflict and climate-induced armed conflict is considered high for Africa. The climate change-linked spatial and temporal changes in rainfall patterns and frequent droughts make the survivability of African pastoralists in arid environments particularly difficult. The fighting between pastoralists and farmers in the Oromia and Ogaden regions of Ethiopia, inter-clan fighting in Somalia and increased fighting during drought periods in northern Nigeria all indicate the link that exists between the human impact of climate change and the threat of violent conflict. Conflicts between pastoral communities in the arid and semi-arid borderlands of northern Kenya, southern Sudan and southern Ethiopia are linked to competition over access to pasture and water, livestock raiding and the heavy presence of small arms. In such regions, inter-annual and inter-seasonal variability in rainfall patterns determines pastoral mobility and the use of fall back grazing areas, inter-community relations, altered land tenure arrangements and conflict, all of which lead to overgrazing of excessively used rangeland.

The availability of communal rangeland resources across national borders and sporadic pastoralist conflicts over key natural resources are common features in dry lands. Although the availability of resources may seem the natural cause, pastoral conflict may be triggered by the absence of good institutions and external interference. It is not drought but the coming of the rains that is associated with greater concern about conflict, and a strong pointer to the role institutional governance can play in the use of natural resources and access to pastoral lands. While this remark indicates that pastoralists do not fight during a time of

scarcity, but during periods of plenty, loss of life because of the widespread use of sophisticated firearms and the disruption of livelihoods remains a major concern for security policies. Fig. 4 shows strong indication for international movement in relation to land area, the closeness of the sub-Sahara Africa to Europe makes it easy for the international movement.

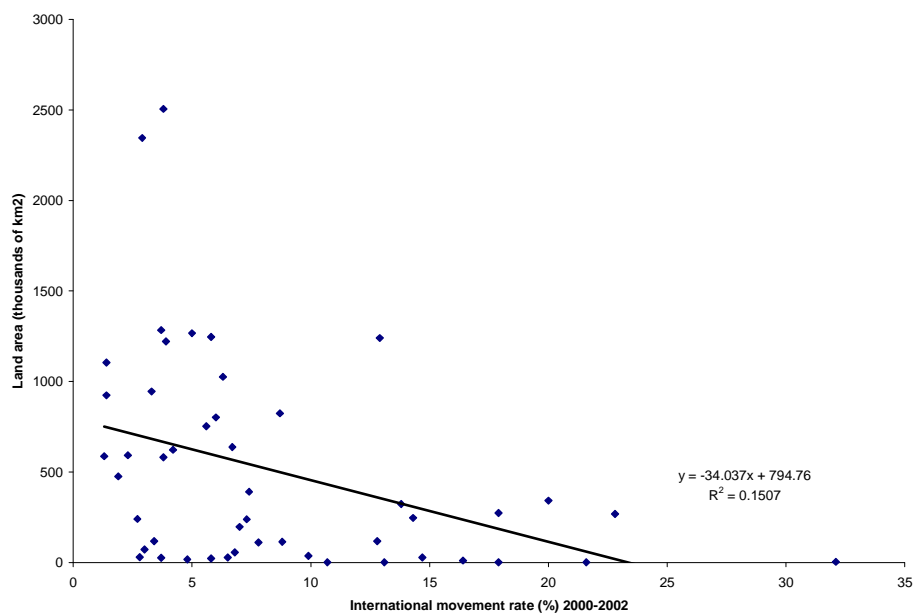


Fig. 4. Relationship between land area and international movement rate

3.4. Perceptions of Climate Change by Sub-Saharan Africans

There is presently enough evidence to say that climate change is indeed occurring. Typical impacts at the global level include the rising global average temperatures of both air and sea, the melting of glacier and polar ice and the rise in the average global sea levels. In the sub-Sahara region, precipitation patterns are expected to change, where water availability may fall by 20-30%, under a conservative 2 °C increase by 2100 (Zachariadis, 2012) leading to stressed local freshwater supplies, reduced crop yields

and desertification. In addition, the frequency and intensity of floods will also increase since rainfall is expected to become concentrated into more heavy events. Fig. 5 and 6 shows there is a strong perception that human activities cause global warming and which induces large scale emigration during the time of natural disaster, drought and heavy rain fall.

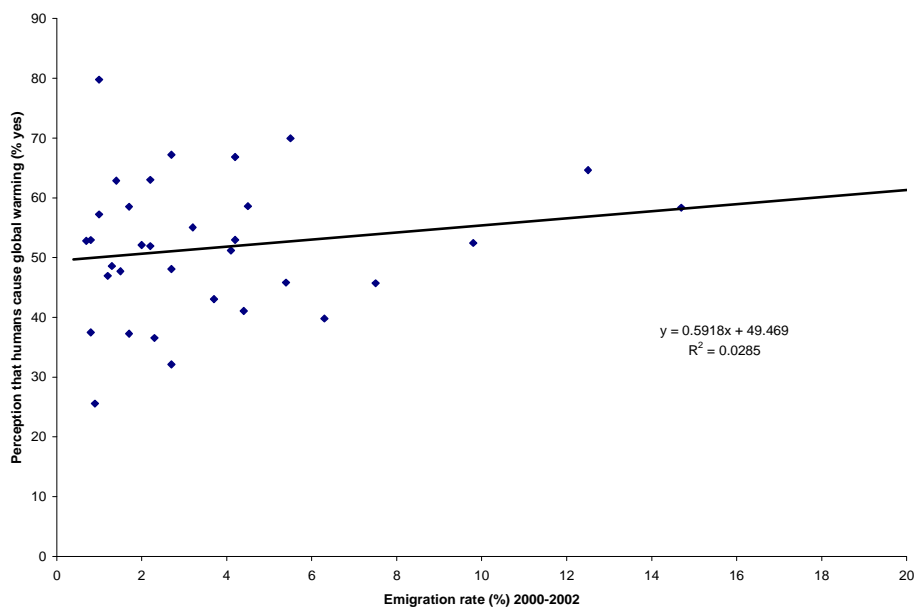


Fig. 5. Emigration rate by perception of global warming due to human activities

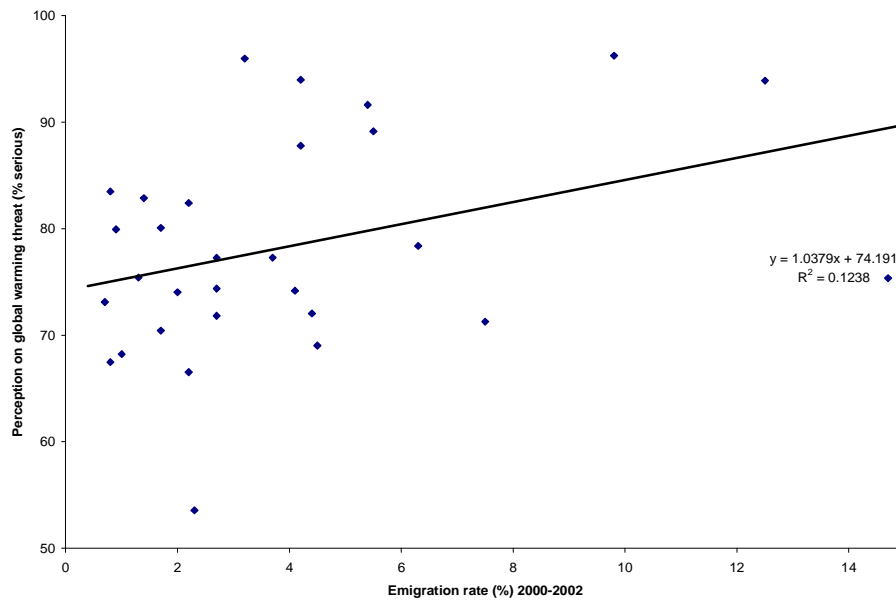


Fig. 6. Emigration rate by perception of global warming threat

3.5 Climate Change-Migration Relationships

A great deal of the academic literature that addresses climate-migration is based on traditional migration theory, which puts forward that drivers of migration can be broken into five broad categories. These include factors that promote out-migration involving environment, political instability, conflict, lack of economic opportunity, among others. Factors that draw in-migrants such as economic opportunity, demand for resources, and political stability, as well as, the so called “network” factors, which either facilitate or hinder the move between the two places. Such networks entail family ties, ease of transport, legality of migration and so many others; while, national policies that hinder or encourage movement and the personal goals or motivations of the migrant may also be important determinant considerations. Fundamental to the theory of climate-migration is the postulate that changes in the environment can serve as a potential contextual driver

that will encourage individuals to leave their homes as environmental stresses make living in one place no longer feasible or desirable. However, these factors and their interactions are highly complex, poorly understood, and context specific. Because of the variety of different reasons for migration, it is often difficult to isolate any one driver as necessary or sufficient. For example, land degradation might negatively impact economic opportunity and influence out-migration – in this case, is the driver the environment, or is it lack of economic opportunity? Research in these directions is necessary at further specific scales especially related to local-to-regional and national surveys.

Some have suggested that the climate-migration literature has put too much weight on the significance of the environment as a driving factor of out-migration. For example, Brzoska and Frohlich (2015) argue that the emphasis on environmental factors as drivers of migration is in fact selective and inconsistent with migration literature. The implications of this are substantial: if the environment is not the significant a contextual factor that some climate-migration literature assumes it to be, the potential number of those displaced by climate change might be markedly lower than current estimates.

In contrast, Reuveny (2007) argues that areas that depend more on the environment (i.e., depend on agriculture for livelihood) will see more environmental migration. This highlights the importance of local context in determining how important environmental factors maybe as drivers of migration. Fig. 7 the high number of deaths shows a strong relationship with emigration due to climate change bringing different diseases due to non-availability of clean water and livelihood. Also in the same vein, Fig. 8 with a second order polynomial shows the high correlation between the population affected by natural disaster and emigration. The number of natural disasters in Sub-Sahara Africa has led to exodus of both local and international migration.

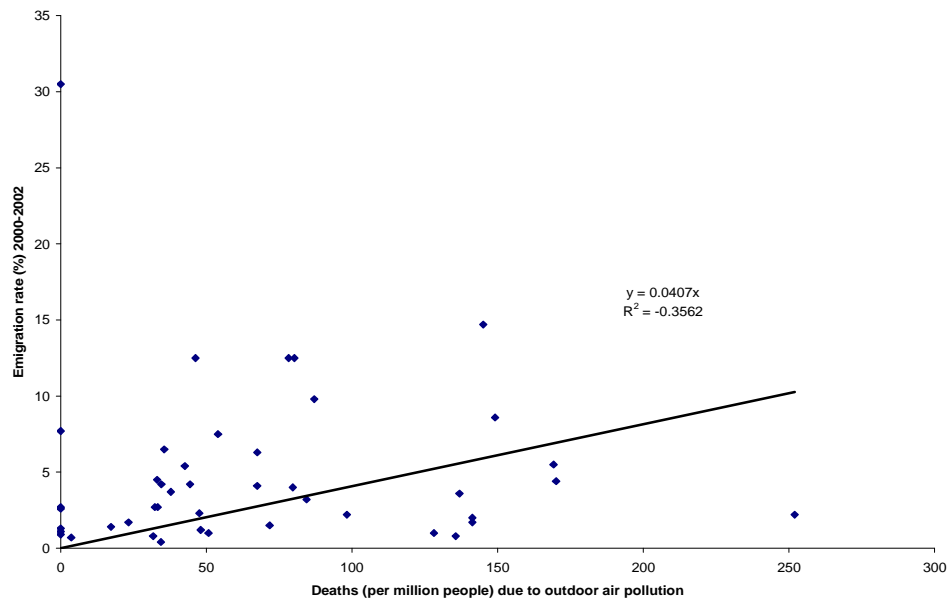


Fig. 7. Relationship of emigration rates to deaths due to outdoor air pollution

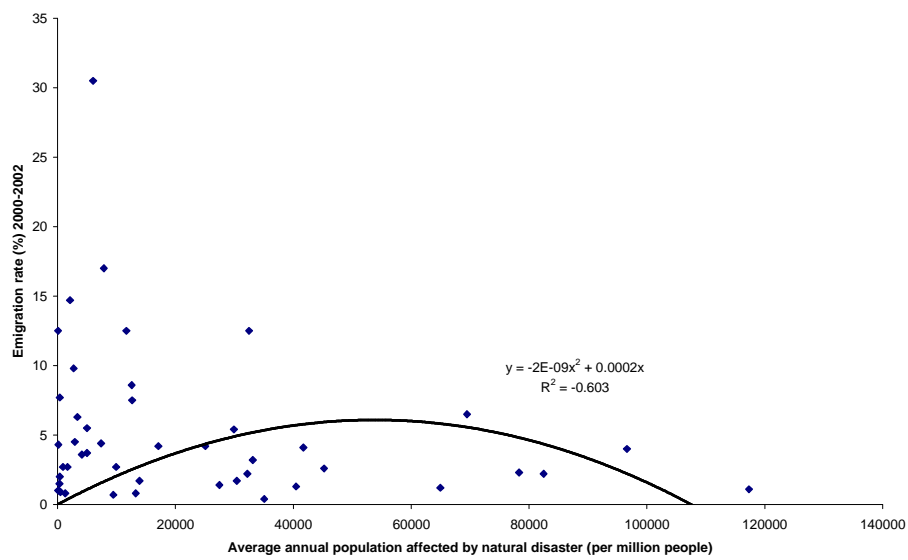


Fig. 8. Emigration rates due to population affected by natural disaster

4. Conclusion

Climate change does have consequences in terms of human migration and mobility, and its impact can be expected to increase. But, given the complexity of the relationship between environmental change and migration, it is worth recalling that climatic or natural hazards do not automatically lead to displacements. At present there appears to be no clear consensus as to how substantial an impact climate change will have on worldwide conflict or the role that migration may play as a part of that pathway. Despite this uncertainty, it is clear that climate change is one of the most significant threats that mankind will need to address in the coming decades, and the potential impacts of climate variability and change on force migration and conflict will remain an important area of research and policy planning.

This paper highlighted the magnitude of the phenomenon of forced migration on the African continent, sub-Sahara Africa has a region battles with high population and been the region on the continent Africa with unstable political landscape. The article insisted on the negative effect of the phenomenon of forced migration on socio-cultural, economic, ecological, demographic and political settings of the communities across the continent, bringing about of man power, brain drain, poverty and likely disappearance of the region on the historical geography due to force migration. Proper mitigation and adaptability must be solely adopted to the survival of the region

The paper encourages more research work should be carried out on these areas of climate change and force migration for better understanding the magnitude of the effect, it has directly or indirectly on sub-Sahara Africa.

REFERENCES

- Barnett, J., Adger, W.N., 2007, Climate change, human security and violent conflict. *Political Geography* xx (2007), pp. 1-17. doi:10.1016/j.polgeo.2007.03.003
- Beegle, K., J. de Weerd, Dercon, S., 2011, Migration and Economic Mobility in Tanzania: Evidence from a Tracking Survey. *The Review of Economics and Statistics* 93 (3): 1010-33.

- Boano, C., 2008, FMO Research Guide on Climate change and displacement. Forced Migration Online. Available at: <http://www.forcedmigration.org/guides/fmo046>
- Brown, O., 2008, Migration and Climate Change. IOM Migration Research Series, No. 31. International Organization for Migration. Accessed on 12 July, 2011 from http://www.migrationdrc.org/publications/resource_guides/Migration_and_Climate_Change/MRS-31.pdf
- Castles, S., 2002, *Environmental change and forced migration: making sense of the debate*. UNHCR Issues in Refugee Research, Working Paper No. 70. Available at: <http://www.unhcr.org/research/RESEARCH/3de344fd9.pdf>
- Christensen, J.H., B. Hewitson, A. Busiuc, A. Chen, X. Gao, I. Held, R. Jones, R.K. Kolli, W.-T. Kwon, R. Laprise, V. Magaña Rueda, L. Mearns, C.G. Menéndez, J. Räisänen, A. Rinke, A. Sarr and P. Whetton, 2007, Regional Climate Projections. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Deng, F., 1993, *Protecting the dispossessed: A challenge for the international community*. Washington, DC: The Brookings Institution.
- Dougill, A.J., Fraser, E.D.G., Reed, M.S., 2010, Anticipating vulnerability to climate change in dryland pastoral systems: using dynamic systems models for the Kalahari. *Ecology and Society* 15 (2): 17 <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss2/art17>
- FAO 2008, FAOSTAT Online Statistical Service. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: FAO. Available online at: <http://faostat.fao.org>.
- FAO 2010, *The State of Food Insecurity in the World 2010*.
- Faurès, J.M., Santini, G., 2008, *Water and the rural poor: Interventions for improving livelihoods in sub-Saharan Africa*. Rome: FAO and IFAD. www.fao.org/nr/water/docs/FAO_IFAD_rural-poor.pdf.
- Global Commission on International Migration 2005, *Migration in an Interconnected World: New Directions for Action*, Geneva: Switzerland.
- Hansen, J.E., Johnson, D., Lacis, A.A., Lebedeff, S., Lee, P., Rind, D., Russell, G., 1981, Climate impact of increasing atmospheric CO₂. *Science* 213:957-1001.
- Hoerling, M., (2006, Detection and attribution of twentieth-century Northern and Southern African rainfall change. *Journal of Climate* 19 (16): 3989-4008.
- Hulme, M., 2001, Climate perspectives on Sahelian desiccation; 1973-1998. *Global Environmental change* 11:19-29.
- Igor, I.Z., Pao-Shin, C., 2002, Recent Climate Changes in Precipitable Water in the Global Tropics as Revealed in NCEP/NCAR Reanalysis. *JGR-Atmospheres* 54:124-128.
- IPCC, 2001, *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881pp.

- Khandekar, M.L., 2000, *Uncertainties in greenhouse gas induced climate change*. Report prepared for Science and Technology Branch, Alberta Environment, ISBN 0-7785-1051-4, Edmonton, Alberta.
- Kunstmann, H., Jung, G., 2005, Impact of regional climate change on water availability in the Volta basin of West Africa. In *Regional Hydrological Impacts of Climate Variability and Change – Impact Assessment and Decision Making. Proceedings of symposium S6 held during the Seventh IAHS Scientific Assembly at Foz do Iguacu, Brazil, April 2005*. IAHS Publ. 295:75-85.
- Le Barbe, L., Lebel, T., Tapsobo, D., 2002, Rainfall variability in West Africa during the years 1950-90. *Journal of climate* 15:187-202.
- Lonergan, S., 1998, "The role of environmental degradation in population displacement", *Environmental Change and Security Project Report*, Issue 4 (Spring 1998), p. 8.
- Mueller, V., Gray, C., Kosec, K., 2014, Heat stress increases long-term human migration in rural Pakistan. *Nat. Clim. Chang.* 4, 182-185.
- Myers, N., 2005, Environmental Refugees: An emergent security issue. 13th Economic Forum, Prague, May 2005.
- Nielsen, J.Ø., Reenberg, A., 2010a, Temporality and the problem with singling out climate as a current driver of change in a small West African village. *Journal of Arid Environments* 74: 464-474.
- Nielsen, J.Ø., Reenberg, A., 2010b, Cultural barriers to climate change adaptation: a case study from Northern Burkina Faso. *Global Environmental Change* 20: 142-152.
- Nordas, R., Gleditsch, N.P., 2007, Climate change and conflict. *Political Geography*, (2007), doi:10.1016/j.polgeo.2007.06.003, pp. 1-12.
- Phan, D., Coxhead, I., 2010, Interprovincial migration and inequality during Vietnam's transition. *Journal of Development Economics* 91(1): 100-112.
- Pielke, R., G. Prins, S. Rayner, D. Sarewitz, 2007, "Lifting the taboo on adaptation: renewed attention to policies for adapting to climate change cannot come too soon", in *Nature*, Vol. 445, 8 February 2007, p. 597.
- Raleigh, C., Urdal, H., 2007, Climate change, environmental degradation and armed conflict. *Political Geography*. doi:10.1016/j.polgeo.2007.06.005.
- Reuveny, R., 2007, Climate change-induced migration and violent conflict. *Political Geography*, xx (2007), pp:1-18. doi:10.1016/j.polgeo.2007.05.001.
- Reuveny, R., 2007, Climate change-induced migration and violent conflict. *Political Geography*, 26, 656-673.
- Rwamatwara, E., 2005, Forced migration in Africa: a challenge to development. *Stichproben. Wiener Zeitschrift für kritische Afrikastudien* Nr.8/2005, 5. Jg.
- Salehyan, I., Gleditsch, K.S., 2006, Refugees and the spread of civil war. *International Organization*, 60(2): 335-366.
- Sen, A., 1981, *Poverty and Famines: an Essay on Entitlement and Deprivation*. Oxford: Oxford University Press.
- Stern, N., 2006, *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press, Cambridge.

- Suhrke, A., 1997, *Environmental degradation, migration, the potential for violent conflicts*, in Gleditsch, N.P., et. al., eds., *Conflict and the environment*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
- Tacoli, C., 2009, Crisis or adaptation? Migration and climate change in the context of high mobility. *Environ. Urban* 21, 513-525.
- UN, 2007, World Population Prospects: The 2006 Revision. Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat. New York: United Nations. Available on-line at <http://www.un.org/esa/population/ordering.htm>
- United Nations Environment Program (UNEP), 2014, Livelihood Security: Climate Change, Migration and Conflict in the Sahel. Available online: http://www.unep.org/pdf/UNEP_Sahel_EN.pdf (accessed on 10 December 2017).
- USGCRP, 2000, Climate change impacts on the United States: The potential consequences of climate variability and change. Overview: Agriculture. US Global Change Research Program. Accessed on 12 July, 2011 from <http://www.usgcrp.gov/usgcrp/Library/nationalassessment/overviewagriculture.htm>
- Van Hear, N., 1998, *New Diasporas*. London: UCL Press.
- Zachariadis, M., 2012, Immigration and international prices. *Journal of International Economics, Elsevier*, 87(2): 298-311.

<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/10>

LA MIXITÉ SOCIALE, POUR UNE VIE COMMUNAUTAIRE A TRAVERS L'ESPACE PUBLIC. CAS DE AZZABA – ALGERIE

AMIRA AFRI¹, BOUBA BENRACHI ²

Abstract

Public space is a fundamental element in the development of cities and districts. It is viewed as a necessary mean for social interaction, ensuring a community life between inhabitants.

The public space that exists in Algerian cities is the most frequented and appreciated space by inhabitants, where different types of exchanges take place. However, this latter causes problems of structuring, inadequate planning and management, which prevent any social intensification. Indeed, reflections in matters of planning and management relating to the importance of this space as the keystone of the fabric of the city to live social mix and to urban qualification in the sense of landscape, are still absent in Algerian town planning instruments (Kettaf, 2015).

For it, this research is based on the study of inhabitant's perception of public spaces for the neighborhood Mefrouche Dahmène of Azzaba city, which is considered as a vector of social mix and living together promotion. This investigation methodology is based on using the mental map and the questionnaire, to understand what constraints are encountered in the Appropriate planning of public spaces and consequently in the evolution of social relations between inhabitants and the optimization of social diversity.

Keywords: *Social diversity; public space; perception; planning; AZZABA.*

1. Introduction

La vie sociale entre les habitants, ainsi que les relations qui s'y développent à travers les différentes activités qu'offrent la rue, le parking,

¹ Doctorante, Laboratoire AUTES « De l'architecture à l'urbanisme, Espace, Techniques et société », Université Constantine 3 Algérie, amiraaf16@live.fr

² Professeur, Laboratoire AUTES « De l'architecture à l'urbanisme, Espace, Techniques et société », Université Constantine 3 Algérie, boubabenrachi@univ-constantine3.dz

le trottoir, la place, l'espace vert, l'espace de jeu, le square, le jardin, l'équipement commerciale etc., s'accroissent toujours à travers les espaces publics. Ces espaces qui peuvent réunir autant de personnes pour se rencontrer, s'amuser, jouer ensemble, se balader, se reposer, etc., jouent un rôle crucial dans la vie des gens, en leur permettant de fuir pour un moment les problèmes du quotidien de la maison ou du travail. Rassemblant plusieurs personnes de différentes âges, sexes et catégories ou classes sociales, ces espaces optimisent le vivre ensemble par cette mixité sociale.

Le concept de mixité sociale ainsi favorisé par ces espaces, est une thématique qui constitue l'objet de multiples prises de positions et de débats au sein de la société, en faisant référence au brassage entre les habitants (Gerbeau, 2015: 1). Il apparaît comme une injonction exigée par des lois et des réglementations depuis plus de deux décennies dans certains pays de l'Europe (Dansereau, 2002: 23).

La réalisation de plusieurs types d'habitations dans une même assiette, réunissant logement individuel, collectif social et promotionnel et des équipements sociaux donne l'occasion de présence de plusieurs catégories sociales sur un même lieu de résidence, partageant ainsi les espaces publics proches. Par exemple en France la mixité sociale est prônée pour le vivre ensemble avec les améliorations apportées par la mise en œuvre de la loi d'égalité et de citoyenneté de 2016, favorisent l'égalité des chances dans l'habitat (Cosse, 2016: 1). En effet, Hélène Bacque et Fol mentionnent que « la mixité est affichée comme un objectif politique et a fait l'objet de plusieurs Lois à l'exemple de loi de solidarité et renouvellement urbain et de la Loi de l'orientation de la ville » (Bacque et Fol, 2008: 9).

Ce concept n'a pas de définition unique et simple. Dans le monde de la recherche on peut relever plusieurs approches relatives à la mixité sociale, (Hirtt et Delvaux, 2017: 3), comme celles de Lelevrier (2008), Dallier (2010), et Hautière (2011), qui font de la mixité sociale un aspect propre à définir. Parmi les plus restrictives est celle de Lelevrier : « la mixité sociale est le moyen qui permet de développer un milieu de vie comme un lieu d'échange entre les habitants de différentes origines et différents niveaux de vie, en mettant en œuvre les conditions de vie et d'habitat qui favorisent la cohésion sociale entre les habitants avec un

sentiment de sécurité et d'insertion dans leur espace de vie » (Lelevrier, 2008: 8). En effet, bien avant c'est une expression d'action publique dont l'usage est relativement récent même si l'idée est ancienne, en particulier dans le champ des politiques de l'habitat et de la ville (Lelevrier, 2016: 33).

Cependant, ce concept de mixité sociale présente un champ d'investigation important quand on s'intéresse au développement urbain et à la vie au sein des quartiers (Baudin, 2001: 5). Il sert de base de réflexion pour l'élaboration et la mise en œuvre d'une approche globale pour la valorisation de zones d'habitation existantes (Kerivel & James, 2019: 4). En effet, la mixité sociale est considérée comme un vecteur nécessaire à la vie qui permet le partage entre les citoyens, et limite le clivage social et les tensions (Belmessous, 2013 : 04). Son objectif est de vivre la ville ou le quartier dans un brassage entre les habitants, qui sont d'une diversité sociale avec différents caractéristiques sociaux, dans un même espace dit public (Belmessous, 2006: 4).

L'espace public est un concept important des sciences et des relations sociales (Tortel, 1998: 5). C'est un moyen nécessaire pour l'interaction sociale afin de s'ouvrir, de comprendre les autres, et entrer avec eux dans des conversations (Bourdin & Cornier, 2017 : 8). Il est regardé comme le garant de la qualité de vie et de l'intégration sociale, et ainsi le ciment de la communauté (Voisin Bormuth, 2019: 1). En effet ce dernier représente le lieu de rencontre et de partage de la vie entre les habitants qui sont différents socialement pour y pratiquer différentes activités (jouer ensemble, vivre des moments de plaisir, se cultiver par les échanges, etc.)(Gros et Thibaud, 2001: 15). De même, la qualité de l'aménagement de cet espace est un enjeu décisif pour réussir cette mixité sociale (Voisin Bormuth, 2019: 3), car son organisation structure les relations sociales. Ces espaces représentent la vitrine du quartier ou de la ville et la scène de la vie urbaine (Monnet, 2012: 5). Fréquentés collectivement, ce sont des lieux d'usage, de communication et de circulation de divers points de vue des habitants qui résident ou non à proximité. (Dind, 2008: 2)

En effet, Moles et Rohmer expriment que « l'espace n'existe qu'à travers les perceptions que l'individu peut en avoir, qui conditionnent nécessairement toutes ses réactions ultérieures... » (Moles et Rohmer, 1972: 4).

Donc, la perception de ces espaces représente les expériences vécues par l'individu qui l'utilise. Ce dernier construit en permanence des images des espaces dans lesquels il vit en s'appuyant sur l'évocation mentale du réel qui l'entoure. Dans ce cadre, la perception de l'espace n'est pas la réalité géographique, tangible, mais elle est nécessaire à son appréhension : c'est un acte cognitif, permettant d'accéder à la connaissance et à la compréhension voire à l'exploitation du monde. D'autre part, la perception s'appuie sur ce qui paraît réel, l'extérieur et l'environnement, pour en forger une interprétation et en concevoir une image (Champagne, 2005: 8).

2. Cas d'étude : le quartier Mefrouche Dahmène à AZZABA

Azzaba est une des communes de la WILAYA de SKIKDA de l'Algérie, située dans son Sud-Est. Elle est d'une superficie de 206 Km² avec une population de 100.900 habitants et des capacités agricoles importantes. (www.wikipédia.com).

Le quartier Mefrouche Dahmène situé dans cette ville représente l'échelle choisie pour cette étude de recherche, il se localise dans la partie Est de la ville, d'une superficie de 17 ha, avec 408 logements (128 individuels et 280 collectifs). (Figures 1 & 2)



Fig.1. Situation de la ville d'Azzaba par rapport à la WILAYA

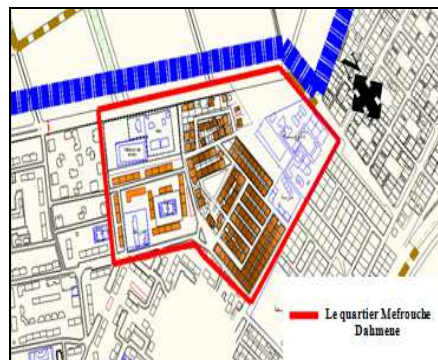


Fig. 2. Délimitation du quartier Mefrouche Dahmène de la ville d'Azzaba

Source : Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme de la commune d'Azzaba, 2012, BEM

Le choix a porté sur cette échelle, pour présenter un cas d'étude d'une petite ville algérienne ancienne, par ces habitants originaux, pour capter la problématique de mixité sociale et ainsi arriver à pencher l'étude d'impact de participation de l'espace public dans la favorisation de celle-ci.

2.1. Méthodologie

Dans cette recherche une étude méthodologique a été élaborée en se basant sur des outils de travail, ainsi que sur une analyse sociale et spatiale du quartier d'étude, la recherche met en exergue l'analyse du quartier par deux outils d'investigation : la carte mentale pour l'analyse de la perception spatiale, et l'enquête sur terrain à travers le questionnaire fermé pour l'analyse des compositions sociale et spatiale. Les résultats obtenus et le dépouillement du questionnaire ont été traités à l'aide de l'Excel.

Les cartes mentales représentent une méthode d'organisation des idées, qui sont utilisées pour capter la perception de l'espace public par les habitants sous forme de dessin et d'images mentales qui produisent des sensations en construisant un puissant lien entre l'individu et son milieu. Ainsi, ces cartes représentent les identifications données par les habitants à partir des lieux qu'ils fréquentent.

L'idée de la carte mentale a été d'abord introduite par les psychologues, dans la tentative d'étudier les modalités de la perception spatiale des individus. Elle a été successivement développée par les géographes comme outil d'analyse des espaces en tant qu'espaces perçus. Lynch (1960) a été parmi les premiers auteurs à employer les cartes mentales pour la représentation des espaces urbains. Cette construction de cartes mentales par les habitants du quartier nous mène à comprendre comment les gens perçoivent ces espaces publics à travers leur expérience d'usage. Cette perception s'appuie sur l'évocation mentale du réel qui l'entoure (Bailly, 1877: 4 ; Lynch, 1960: 6).

Pour élaborer ces cartes mentales, on demande aux personnes enquêtées de dessiner sur une zone de dessin dans la fiche d'enquête du questionnaire ce qu'ils considèrent comme espace public dans leur propre quartier, sans avoir la possibilité de regarder le paysage à

représenter. Le but de ce dessin est de reproduire l'image mentale, filtrée, conceptualisée et mémorisée des lieux qui sont différents (rue, maison, place publique... etc.), sans que celle-ci soit influencée par des tentatives de se rapprocher de la réalité visuellement perçue par ces enquêtées. Bien sûr, les personnes interviewées sélectionnent certains éléments et en oublient d'autres. Des aspects sont soulignés, voire exagérés et d'autres minimisés.

En comparant les cartes dessinées entre elles, nous trouvons les déformations et les préférences en matière d'éléments retenus selon leurs profils sociodémographiques, leurs appartenances culturelles et leurs pratiques des lieux (éléments établis de manière complémentaire lors d'enquêtes). De ce fait, nous arrivons à démêler, comprendre, et expliquer la vision que les gens ont de ces espaces et les pratiques qui en découlent (Gould, 1974: 6).

L'utilisation avantageuse de la carte mentale comme outil de recherche pour étudier l'espace public, est de faire comprendre plus rapidement la situation de ces espaces, ainsi que d'établir des liens entre les idées des habitants ; et connaître quels sont les espaces publics les plus significatifs pour eux. Il est aussi à noter que certains inconvénients de ces cartes est la rencontre de cartes totalement vides et dont la question complémentaire à celle-ci est négative, ce qui ne correspond pas à notre objectif.

L'enquête qualitative, a été mise en place pour étudier notre sujet de recherche, par la planification d'un questionnaire complémentaire à la carte mentale, afin d'obtenir des réponses spontanées. Le questionnaire est destiné à normaliser et faciliter le recueil de témoignages des habitants, ou il est particulièrement investiguer des opinions, des attitudes, des croyances, des perceptions, des expériences ou encore des comportements. D'autres informations concernant les personnes interviewées pourraient être connues et notées sans qu'il y ait besoin de poser des questions spécifiques. Cette méthode permet de toucher un plus grand nombre de personnes et atteindre une meilleure représentativité de la population étudiée.

L'objectif de cette enquête est de comprendre comment les habitants du quartier perçoivent leurs espaces publics, s'ils sont bien sécurisés, quel est l'usage et la fonction de ces espaces, et si le vivre ensemble à travers ces espaces publics existe entre eux. Dans son élaboration on

s'est basé sur le contenu des deux concepts de notre étude : la mixité sociale et l'espace public, où trois indicateurs ont été retenus pour comprendre comment l'espace public favorise la diversité sociale à savoir ; la forme, le sentiment de sécurité et les fonctions et usages des espaces publics.

L'échantillonnage de celui-ci est composé de 102 habitants choisis sur un totale de 2040 habitants pour différentes caractéristiques à savoir : (âge, sexe, niveau culturel, profession, etc.). 38 femmes et 64 hommes interrogés avaient entre 18 et 70 ans (une tranche d'âge qui peut répondre aux questions de l'enquête), avec un nombre important ayant un âge entre 29 et 30 ans (une population jeune et plus sensible), et une large majorité de simples employés, chômeurs et retraités.

Ce questionnaire comporte 18 questions liées spécifiquement à nos concepts de recherche. Celui-ci a été testé sur cinq habitants avant sa distribution, pour vérifier sa compréhensibilité auprès des habitants, et calculer le temps que prennent les enquêtées pour remplir la fiche du questionnaire et qui estimée à 45 mn.

Le questionnaire commence par des consignes spécifiant toutes les caractéristiques des enquêtées (sexe, âge, professions, origine).

Selon nos indicateurs choisis pour cette étude, le questionnaire comprend cinq parties :

1. Relations entre les habitants du quartier : cette partie vise à comprendre comment les habitants du quartier partagent la vie ensemble (ex : Qui est le voisin pour vous ? A quelle fréquence avez-vous les contacts avec les voisins ?)
2. La perception de l'espace public : elle comprend des questions ainsi des zones de dessins exprimées par la carte mentale qui doit montrer ce que l'habitant considère comme espace public dans son propre quartier, avec un complément de questions explicites par rapport à cette carte en cas de vide. (ex : Que Fréquentez-vous le plus dans votre quartier?)
3. Le sentiment de sécurité dans l'espace public : pour comprendre si l'habitant est satisfait dans ces espaces, avec qui il se sent à l'aise... etc.

4. Fonctions et usages des espaces publics : (ex : Pourquoi fréquentez-vous les espaces publics de votre quartier ? quel est la fonction de ces espaces ?)
5. Quelques questions complémentaires relatives aux attentes des habitants.

Les questionnaires ont été remis et repris en main propre de chaque enquêté. Ces opérations se sont déroulées entre le 08 mars et le 10 avril 2017, avec plusieurs passages pour pouvoir distribuer en main propre des habitants et le reprendre une fois complété.

Il est à remarquer que lors de l'analyse des données recueillies, 32 cartes mentales représentent un vide total sur l'identification visuelle de l'espace public. Sur ces 32 cartes mentales vides, 20 réponses ont été obtenues grâce à la question principale qui accompagne la carte mentale.

2.2. Caractéristiques sociales et spatiales du quartier

En ce qui concerne la composition sociale de la population enquêtée, le quartier dénombre plusieurs catégories sociales ce qui permet d'avoir une étude riche sur la notion de mixité sociale à travers l'espace public. Car les 2040 habitants du quartier sont différents dans leurs critères (socioprofessionnels, niveau de diplômes, l'origine, sexe, âge etc.)

Une dominance des habitants qui occupent les professions intermédiaires (les employés administratifs ainsi que les personnels de services) avec un pourcentage de 29%, viennent ensuite les cadres avec 22% qui occupent des professions supérieures (directeurs de sociétés, d'entreprises... etc.), les ouvriers avec 19%, les commerçants avec 13%, les retraités avec 11%, et enfin les chômeurs avec 6% de la population enquêtée (Figure 3). Ceci démontre une diversité socioprofessionnelle, qui encourage l'échange et le partage.

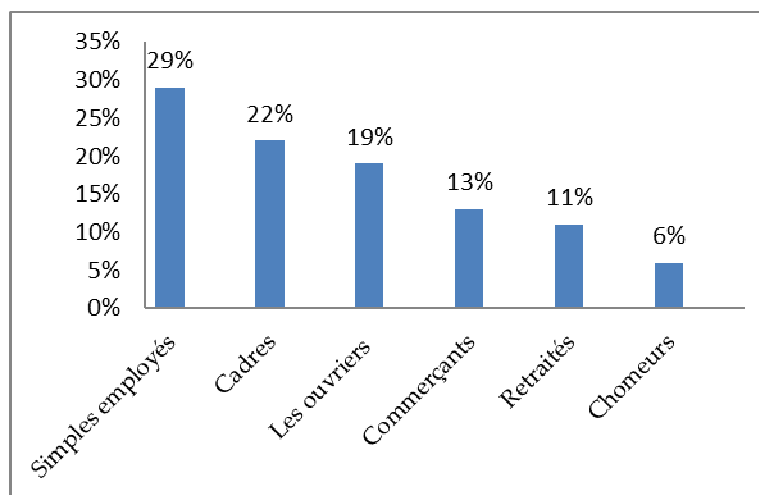


Fig.3. Le niveau socioprofessionnel des habitants du quartier Mefrouche Dahmène (en %)

Source : Auteur, 2017

On constate une diversité dans le niveau des diplômes et une grande représentativité des habitants avec un niveau supérieur de 32%, suivi par ceux d'un niveau secondaire, et puis ceux des formations professionnelles, niveau moyen, et primaire respectivement avec 19%, 14%, et 9%, et enfin les analphabètes avec 6% des habitants (Figure 4).

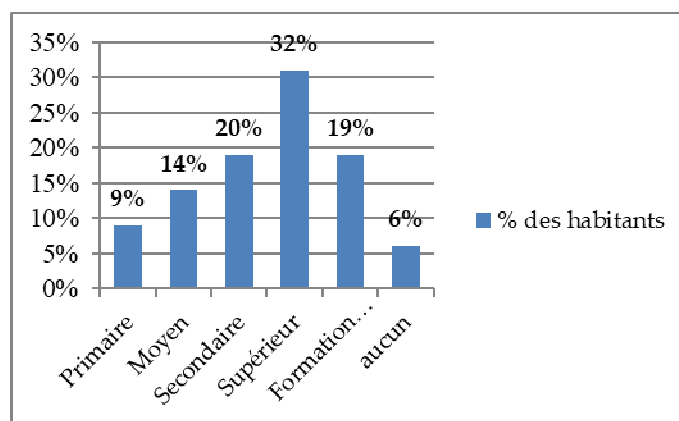


Fig. 4. Le niveau culturel des habitants du quartier Mefrouche Dahmène (en %)

Source: Auteur, 2017

Le quartier comporte l'espace bâti composé d'habitat collectif, individuel, et les équipements, ainsi que l'espace non bâti qui compose les différents espaces publics (rues, espaces de jeux... etc.) (Figure5).

On distingue un nombre de 280 logements collectifs qui occupe une surface de 2.4 ha à savoir 14% de la surface totale du quartier, ainsi qu'un nombre de 128 logements individuels sur une surface de 4.9 ha, donc 29% de la surface du quartier.

Quant aux équipements, on distingue une école fondamentale située dans la partie nord du quartier, une cafétéria et des commerces de première nécessité implantés au rez-de-chaussée des bâtiments, deux écoles primaires, et un lycée, avec une surface totale de tous les équipements de 4 ha, c'est-à-dire 24% de la surface totale du quartier.

Il existe dans le quartier plusieurs types d'espaces non bâtis:

Les espaces de jeux : un terrain de jeux d'une surface de 2577 m², et un terrain de sport d'une surface de 1262 m², ainsi que des espaces marginalisés utilisés comme espaces de jeux par les enfants d'une surface de 1.2 ha. Tous ces derniers sont accessibles par toute la population du quartier.

Les voies de circulation: le quartier est bien desservi par une trame viaire importante, à travers la voie primaire située au nord, ainsi que par des voies secondaires et tertiaires intérieures.

Les parkings: des parkings sont implantés un peu partout dans le quartier.

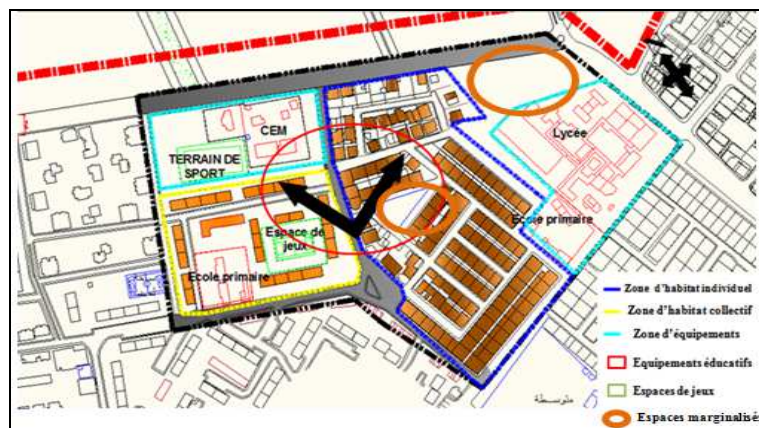


Fig. 5. Composition spatiale du quartier Mefrouche Dahmène

Source: Traitement effectué par l'auteur du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme de la commune d'Azzaba, 2012, BEM

3. La perception de l'espace public par les habitants pour vivre la mixité sociale : Résultat et discussions

Selon l'étude des cartes ainsi que du questionnaire, la perception de l'espace public présentée par les habitants ne prend pas en considération tous les espaces qui constituent l'environnement. Elle présente seulement ceux qui sont les plus significatifs et intéressants pour eux. Par exemple : voirie et équipement, ou voirie, ou aires de jeux et voirie... etc. Les représentations des cartes sont différentes d'un individu à l'autre, puisque l'environnement, le bagage intellectuel, l'humeur du moment, le sexe, l'âge... etc., sont autant de paramètres qui conditionnent la perception que peut avoir un individu de son espace.

L'évaluation des trois indicateurs à savoir, la forme de l'espace public, le sentiment de sécurité et la fonction et l'usage de ce dernier, effectuée par la lecture et analyse des cartes mentales ainsi que du questionnaire a donné les résultats suivants :

3.1. Une perception de l'espace public diversifiée

L'espace public abordé par chaque individu et présenté dans la carte mentale de celui-ci montre un seul ou plusieurs espaces considérés comme espaces publics, malgré la présence de plusieurs types dans le quartier. Ce qui révèle la différence dans la vision des occupants par rapport à ces espaces, ainsi que dans la perception et la signification que l'habitant donne à ces espaces (Figures 6, 7, & 8).

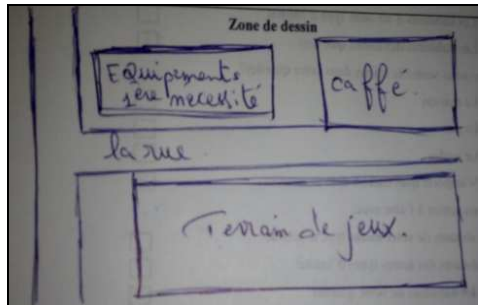


Fig. 6. Carte mentale de l'habitant A

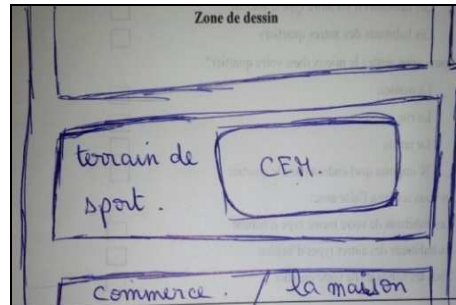


Fig. 7. Carte mentale de l'habitant B

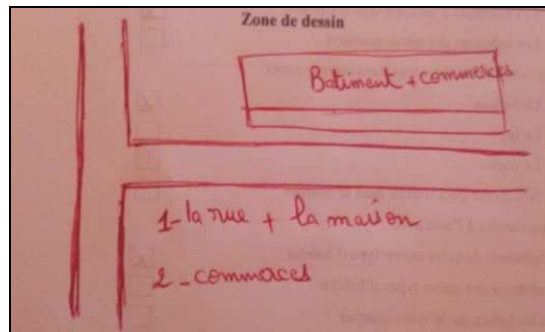


Fig. 8. Carte mentale de l'habitant C

Source : Auteur, 2017

Parmi les exemples des cartes présentées, la plupart indiquent les espaces les plus significatifs pour ces habitants dans leur quartier, quand d'autres montrent un vide total. Cependant, à travers les réponses complémentaires à ces cartes mentales données par le questionnaire sur la forme des espaces publics, on remarque que 44% des enquêtés font de la rue l'espace public le plus fréquenté, suivis par les aires de jeux avec 19%, les équipements avec 14%, et les lieux de travail avec 6%. Quant aux 17% des habitants qui n'ont pas défini l'espace public de leur quartier dans la carte mentale et donc ils ont présenté cette dernière par un vide total, parce qu'ils utilisent ceux des quartiers environnants, parce qu'ils voient que ceux de leur quartier sont dans un état médiocre et non aménagé (Figure 9).

3.2. Un sentiment de sécurité dans l'espace public

On observe que la majorité des habitants enquêtés se sentent sécurisée dans son quartier, vu que ce dernier représente pour eux le lieu de partages de leur vie (Figure 12). Cependant certains paramètres importants favorisent ce sentiment, tels que les relations existantes entre les habitants. Car, l'enquête révèle qu'un échange de salutations et de conversations s'effectue toujours entre les habitants du quartier au niveau de la rue, des équipements et des espaces de jeux. En effet, les relations de voisinage entre les habitants, quel que soit le type d'habitat, sont différentes, car les échanges de salutations entre eux sont estimés à 47%, les conversations représentent 26%, ainsi que la visite des appartements ne présentent que 19% (femmes). Tandis que 8% des habitants n'ont pas de contact entre eux (Figure 10). Il est à rappeler que l'ancienneté dans la ville d'Azzaba ainsi que l'origine des habitants restent toujours des points sérieux pour que les habitants restent fiers pour se partager des moments dans la vie d'ensemble.

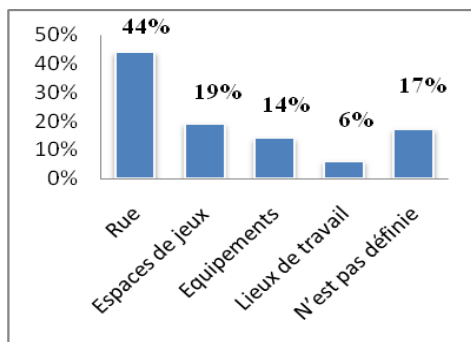


Fig. 9. Perception des espaces Publics selon la Forme (en %)

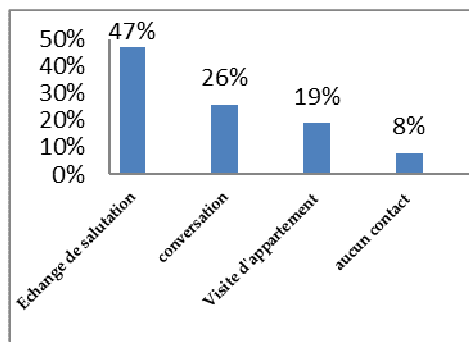


Fig. 10. Niveau de contact entre habitants dans le quartier (en %)

Source : Auteur, 2017

3.3. Fonction et usage de l'espace public

La fréquentation de l'espace public par les habitants dans le quartier est différente. En effet, la majorité des habitants avec 52% font de la rue

l'espace le plus fréquenté, viennent après les espaces de jeux et la maison respectivement avec 41% et 37%, et enfin on a les autres espaces, tels que ; les équipements et les lieux de travail avec 19% et 3% (Figure 11).

La fonction ainsi que l'usage de ces espaces sont différentes quel que soit sa typologie, la figure 12 montre que 55% des habitants enquêtés considèrent ces derniers comme des espaces de convivialité, viennent après 35% pour la détente et le loisir, 7% les fréquentent parce qu'ils sont les plus préférés pour eux et 3% pour autres.

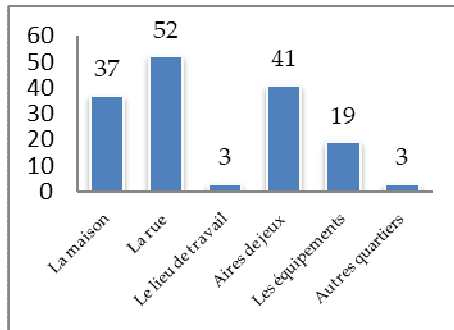


Fig. 11. Les espaces publics les plus fréquentés par les habitants du quartier (en %)

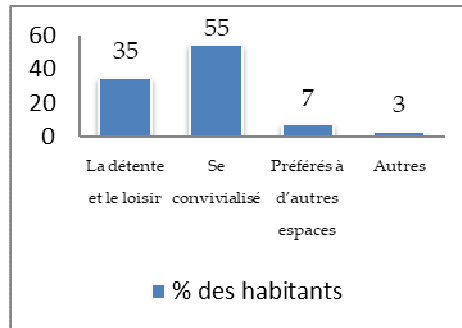


Fig. 12. Les différents usages de l'espace public (en %)

Source : Auteur, 2017

Les résultats de cette recherche ont permis d'éclairer sur les différentes manières de perception de l'espace public par les habitants. Il en ressort aussi que la rue constitue l'espace public principal le plus fréquenté, ou se croisent le plus les habitants.

Ainsi il a été remarqué, quel que soit l'usage, la fonction ou les sentiments de sécurité, chaque habitant perçoit cet espace comme il l'entend dans son utilisation personnelle malgré le manquement dans son aménagement.

Toutefois, il est démontré que les aménagements adéquats de ces espaces sont nécessaires pour une fréquentation multiple et donc un renforcement des relations sociales et un vivre ensemble controversé avec un sentiment fort d'appartenance à ces espaces. Selon Monet « la qualité d'aménagement et l'organisation de l'espace public représentent le point qui structure les relations sociales » (Monet, 2012 : 5).

4. Conclusion

La ville d'Azzaba, présente, selon l'étude, une vie commune active entre ses habitants qui sont natifs, où leur origine représente un point important pour le sentiment de sécurité. Ce dernier est aussi essentiel dans le développement de la mixité sociale. Cependant, la présence de ces éléments ainsi que de la diversité sociale dans ce quartier, à eux seuls sont insuffisants pour réussir la mixité sociale à travers ces espaces publics existants, malgré leur utilisation par les habitants. En effet, la présence de plusieurs contraintes à savoir ; la non-conformité à l'usage prédestiné, leur abondance par les collectivités locales et leur non affectation de fonctions ou aménagement, freinent le développement de cette mixité sociale. De plus, le concept de mixité sociale dans notre quartier en particulier ainsi que dans les structures urbaines de nos villes algériennes, est un concept qui n'est pas pris en considération dans les études préalables de la planification par les collectivités locales. Ce qui est à l'inverse de ce qui se passe dans les pays européens où celui-ci est toujours programmé et planifié, en amont comme l'exige la réglementation.

En conclusion, l'espace public est un lieu social et culturel, d'usage et de forme, et un élément important de création et de développement de la mixité sociale. Sa présence est de créer une vie sociale collective entre les habitants, quel que soit les caractéristiques sociaux (âge, sexe, niveau culturel, origine..., etc.). Dans notre cas d'étude, cette mixité existe d'une manière où la vie entre les habitants se partage à travers les espaces publics malgré la marginalisation dans leur aménagement. A cet effet, il est recommandé :

- Sur le plan local et à court terme une intervention direct sur ces espaces pour faire revivre la ville, que ce soit par le réaménagement et le renforcement d'usage de ces espaces, ou par la création des lieux conviviaux, où chacun peut exprimer ses propres besoins pour vivre ensemble.
- Sur le plan national et à moyen et long terme, une réflexion sur l'introduction du concept de mixité sociale dans la planification des quartiers ainsi que des villes à travers les outils d'urbanisme existants est à prendre en considération.

BIBLIOGRAPHIE

- Bailly, A.S., 1877, La perception de l'espace urbain : les concepts, les méthodes d'étude et leur utilisation dans la recherche géographique, thèse de doctorat d'état, Paris Sorbonne, 710 p.
- Baudin, G., 2001, « La mixité sociale : une utopie urbaine et urbanistique », Les utopies de la ville, *Revue du CREHU*, n° 10, pp. 13-23.
- Belmessous, H., 2006, Mixité sociale, une imposture : retour sur un mythe français, Collection comme un accordéon, Edition la Talande, 144p.
- Belmessous, F., 2013, « Du seuil de tolérance à la Mixité sociale: répartition et mise à l'écart des immigrés dans l'agglomération Lyonnaise 1970-2000 », *Revue Belge de géographie*, <https://journals.openedition.org/belgeo/11540>
- Bourdin, S. & Cornier, T., 2017, « Au-delà de la mesure du bien être en milieu urbain, quelle perception de la qualité de vie dans les villes européennes », Ecole de management de Normandie, UMR Idées 6266, in *Géographie, Economie Société* 19, pp. 3-31.
- Brouand, J.P., 2015, « Droit de la cohésion territoriale, librairie générale de droit et de jurisprudence », 230p.
- Cosse, E., 2016, Projet de loi Egalité et citoyenneté revient à la charge sur la mixité sociale, Université de Bourgogne, <https://hal-univ-bourgogne.archives-ouvertes.fr/hal-01562581>.
- Dallier, F., 2010, Rénovation urbaine : La mixité sociale en différent, 4065.PHP.
- Dansereau, F., 2002, La mixité sociale en habitation, Rapport de recherche réalisé pour le Service de l'habitation de la Ville de Montréal, Mai, INRS, Montréal.
- Deschamps, E., 2005, Approche critique et juridique des normes relatives à la mixité sociale, dans le champ du logement, N° 125. Pages 48 à 61, Caisse nationale d'allocations familiales, ISSN 0046-9459, <https://doi.org/10.3917/inso.125.0048>.
- Dind, J., 2008, Principes de convivialité pour les espaces publics, les Cahiers de l'IAU, Paris.
- Gerbeau, G., 2015, « Mixité sociale, la solution miracle qui cache les vrais enjeux », *La Gazette des Communes*, n° 6/2256, 9 février, pp. 8-9.
- Gibont, C., 2009, « L'espace public comme bien de transaction sociale, une lecture à partir des pratiques de loisir urbain » N°20, *revue Territoires, Villes, Environnement & Société – EA 4477*, université des Sciences et Technologies de Lille Avenue Paul Langevin 59655 Villeneuve-d'Ascq Cedex – France), pp. 153-165. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01847996>
- Gros, J.M. & Thibaud, J.P., 2001, L'espace urbain en méthodes, Ed. Parenthèses, Marseille, 224 p.
- Hautiere, J., 2011, Mixité sociale, Travaux de recherche du PUCA.
- Helene Bacque, M. et Fol, S., 2008, Les politiques de mixité sociale en France : de l'injonction politique nationale aux contradictions locales, Presses Sorbonne nouvelle.
- Hirtt, N. & Delvaux, B. (2017), « Peut-on concilier proximité et mixité sociale ? Simulation d'une procédure numérique d'affectation des élèves aux écoles primaires bruxelloises », Les cahier de recherche du Girsef, 107, https://cdn.uclouvain.be/groups/cms-editors/girsef/cahier_107_.Hirtt_Delvaux.Final.pdf.
- Kerivel, A., & James, S., 2019, Les enjeux de la mixité sociale en France, « fiches repères » INJEP (Institut national de la jeunesse et de l'éducation populaire), Mars, N° 42.

- Kettaf, F., 2015, « La fabrique des espaces publics. Conceptions, formes et usages des places d'Oran (Algérie) », *Les Cahiers d'EMAM* [En ligne], 26 | 2015, mis en ligne le 16 juillet 2015. URL: <http://journals.openedition.org/emam/995>; DOI : <https://doi.org/10.4000/emam.995>
- Lelevier, C., 2008, « Au nom de la mixité sociale ; les effets paradoxaux des politiques et rénovation urbaine, *Savoir Agir*, Editions du croquant, pp. 11-17.
- Lelevier, C., 2016, La mixité sociale : sens et usages dans la politique de la ville, Regards sur la mixité sociale, Achevé d'imprimé en France par imprimerie de Champagne, 52200 Langres, Mars 2018.
- Lynch, K., 1960, Carte mentale et présentations spatiales de résidents, 69002, Lyon.
- Monnet, J., 2012, « Ville et loisir : les usages de l'espace public », *Historiens & Géographes*, n° 419, juillet-août, pp. 201-213.
- Moles, A. & Rohmer, E., 1972, Psychologie de l'espace, Paris, Casterman, 162 p.
- PDAU, Plan Directeur d'aménagement et d'urbanisme de la commune d'Azzaba wilaya de Skikda, 2012, BEM.
- Tortel, L., 1998, Une autre lecture de l'espace public : les apports de la psychologie de l'espace, Rapport d'études, CERTU.
- Voisin Bormuth, C., 2019, Les espaces publics : clef du bien vivre ensemble, Ed la fabrique de la cité, Edité : Instant urbain, 24/06, <https://www.lafabriquedelacite.com/publications/les-espaces-publics-clef-du-bien-vivre-ensemble/>

<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/11>

AN OVERVIEW OF ELECTROMOBILITY IN ROMANIA

VASILE POPA¹, OCTAVIAN COCOȘ¹, RĂZVAN OPREA¹

Abstract

Environmental changes, and especially air pollution and global warming, are increasingly affecting population and natural ecosystems. Air pollution only is responsible for the premature death of million people in the entire world. Of the pollution sources, road transport has a significant contribution, including the CO₂ emissions. Under the circumstances, urgent measures are required in order to cut down the polluting emissions by promoting alternative technologies, including electrical mobility. At present, electric cars are less attractive because of their high prices, the underdeveloped battery charging infrastructure and the relatively low autonomy. At the global level, in the year 2018 there were over 5 million electric cars running, but the development occurring over the past years has been quite remarkable. In Romania, until January 2020 were sold more than 3600 electric cars, including plug-in hybrids. These vehicles may represent a substantial component on the long run, but their increasing number may put a higher pressure on electric power production, transport network and price.

Keywords: *air pollution, CO₂ emission, road transport, electromobility, public perception.*

1. Introduction

Air pollution is one of the most serious problems confronting human society and environment. The transport activities, especially the road ones, are a significant source of air pollution because of their emissions of suspended particulate matter, nitrogen oxides, carbon monoxide and hydrocarbons. Also, they account for 24% of the carbon dioxide emissions (IEA, 2017). Worldwide, more than 4 million people

¹ University of Bucharest, Faculty of Geography, E-mail: popavasile2005@yahoo.com; octaviancocos@yahoo.com; opreaconstrazvan@yahoo.com

prematurely die as a result of exposure to outdoor air pollution (OMS, 2018). At the same time, air pollutants have negative effects on climate, biodiversity, waters, soil, crops and buildings. One of the measures to cut down pollution, especially in the big cities, as well as the carbon dioxide emissions (the main gas in the atmosphere leading to greenhouse effect), is the shift to electromobility.

Over the last decade, there has been a significant increase of the number of electric cars on the world roads. If in 2005 were in use only 1890 electric cars and light plug-in hybrids (small-size passenger and commercial motor vehicles), by 2018 their number exceeded 5.1 million, an increase by 2 million in comparison with 2017. China is the largest market in the world, with nearly 1.1 million electric cars sold in 2018 and a reserve of 2.3 million units. Second comes Europe, with 1.2 million cars and the United States, with 1.1 million (IEA, 2019). According to the New Policies Scenario and the EV30@30 Scenario, by the year 2030 the total number of electric motor cars may reach 130 million or, respectively, 228 million units, most of them being light electric vehicles. The New Policies Scenario, designed by the the International Energy Agency, has taken into consideration the existing policies and measures, as well as the potential effects of the announced policies, while the EV30@30 Scenario, designed by the Electric Vehicles Initiative (multi-governmental political forum dedicated to accelerating the introduction of electric vehicles worldwide), has taken into consideration more ambitious policies regarding climate and environment durability.

On the long run, the electromobility dynamics will depend on several factors, such as: public policies, technological development, battery performance and costs, battery charging infrastructure, availability of raw materials, and the costs of the electric power. In order to encourage the development of electric mobility, the main measures adopted were fiscal incentives for the purchase of electric vehicles, public procurement programs and emission standards. Almost all the countries of the world are committed to reducing greenhouse gas emissions, as an obligation to the Paris Climate Agreement, which aims at restricting the global warming to less than 2°C. Under the circumstances, in 2017 the European Commission has proposed new CO₂ emission standards for the new vehicles as part of the Clean Mobility package, aiming at cutting down

by 30% the emissions of CO₂/km for the new vehicles by the year 2030, in comparison with 2021 (CE, 2018). This was the second important mobility package presented in 2017, the first being Europe on the Move, both of them following the European Strategy for Low-Emission Mobility, adopted in 2016.

2. Materials and methods

In Romania, the air quality monitoring network has autonomous fixed stations and is managed by the National agency for Environmental Protection. The data from the stations can be viewed on the governmental website *calitateaer.ro*. Bucharest and Ploieşti also have an independent air quality monitoring network, consisting of 14 sensors, which came into operation on 1st October 2018 and became accesible to the public on the website <https://airly.eu/map/en/>. The data regarding the contribution of road transport to atmospheric pollutant emissions are based on the Informative Report to the National Inventory of Atmospheric Pollutant Emissions, quoted by the Ministry of Energy. The data on electromobility at international level have been provided by the International Energy Agency (IEA), while the source for those referring to Romania has been the Association of Automobile Manufacturers and Importers (APIA). As far as the car park in Romania is concerned, we have turned to the Direction Licence Driving and Vehicle Registration (DRPCIV).

In order to find out the public perception regarding air pollution as a result of road transport and the need to develop electric mobility, we conducted a questionnaire with 385 respondents. In the survey carried out during the period May-August 2019 were allowed to participate all the people interested in air quality, either by accessing the online questionnaire or by filling in the printed copies distributed directly. Of the 385 survey participants, 44% were male and 56% female. Most of them were between 18 and 35 years old (81%) and were higher educated people (69%). Almost half of the participants were students, followed by employees in various public institutions.

3. The car park in Romania and the vehicle exhaust emissions

In recent years, in Romania there has been a rapid growth of the car fleet, especially through the import of used vehicles. Thus, at the end of 2019, more than 8.7 million vehicles were registered in Romania, of which about 7 million were cars (DRPCIV, 2019). Of these, almost 55% were 11-20 years old, and 24% were over 20 years old (table 1).

Table 1

The evolution of the Romanian car park between 2010-2019

Year	Total number of motor vehicles	Age		
		0-10 yr.	11-20 yr.	> 20 yr.
2010	5418953	3038489	1448315	932152
2011	5482654	3011911	1560534	910209
2012	5710773	2612001	2056682	1042090
2013	5985085	2511152	2337921	1136012
2014	6270615	2713119	2453977	1103519
2015	6600325	2618860	2773419	1208046
2016	7010608	2063220	3387739	1559649
2017	7635775	1860244	4055844	1719687
2018	8193278	1742283	4559077	1891918
2019	8749390	1869154	4789134	2091102

Source: DRPCIV, 2019

In 2019, 200895 new vehicles were purchased in Romania (an increase by 7.3% in comparison with 2018), of which 173239 were passenger vehicles (fig. 1). At the same time, 440601 used vehicles were imported (a drop by 6.1% in comparison with 2018), of which more than 50% were older than 12 years (polluting cars, with the pollution norm below Euro 4) (APIA, 2019).

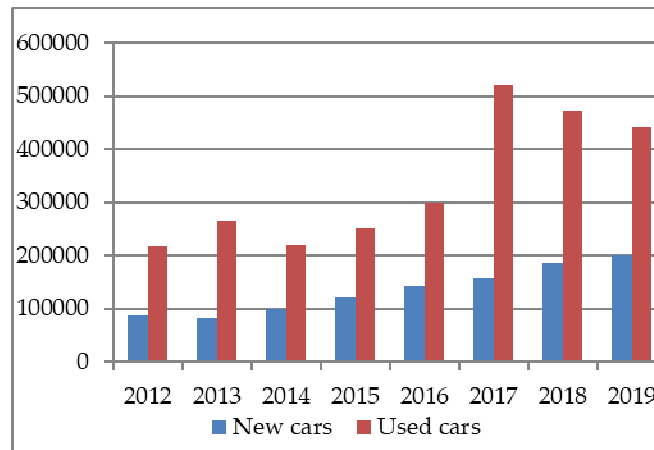


Fig. 1. Purchase of new and used cars in Romania over the period 2012-2019 (Source: APIA, 2019)

The contribution of road transport to the total emissions of atmospheric pollutants, according to the Informative Report to the National Inventory of Atmospheric Pollutant Emissions (Ministry of Energy, 2017), which includes the total emissions of atmospheric pollutants for the period 2005-2015, is 40% of the total national emissions for the NO_x pollutant (of which: 12% from cars, 23% from heavy vehicles and buses and 5% from light vehicles), 12% of the total national emissions for carbon monoxide and 5% of total emissions for volatile organic compounds, except for methane. Greenhouse gas emissions generated by road transport in Romania increased by almost 68% compared to the level of the base year 1989 (when they were 8998.9 kt CO₂ equivalent) and reached levels of 15093.5 kt CO₂ equivalent in 2015. These represent about 96% of the total greenhouse gas emissions in the transport sector.

4. The evolution of electric vehicles market in Romania

In 2014, the development of the infrastructure for alternative fuels and the stimulation of the purchase of vehicles incorporating advanced, non-polluting or low pollution technologies were almost non-existent. By January 2020, 3659 electric vehicles were sold in Romania, including

plug-in hybrids (fig 2). In 2019, 95% more electric vehicles were delivered in comparison with 2018, i.e. 1924 units (APIA, 2019).

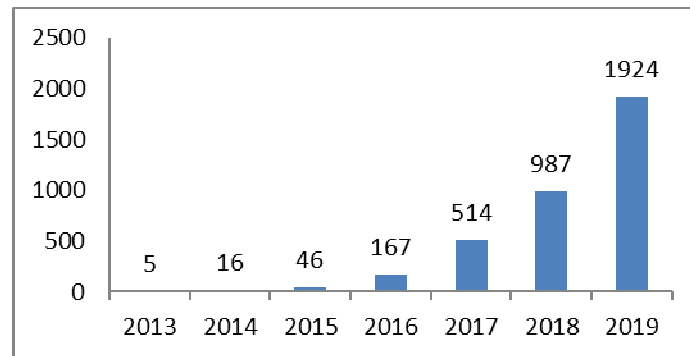


Fig. 2. Numerical evolution of passenger electric vehicles (including rechargeable hybrids/plug-ins) sold during the period 2015-2019
(Source: APIA, 2020)

Of the 1924 electric vehicles delivered in 2019, 1523 were 100% electric (an increase by 123% in comparison with 2018) and 401 were plug-in hybrids (an increase by 31.5% in comparison with 2018). The most sold were the following:

- 100% electric cars: Renault (439 units), Nissan (375), BMW (229), Volkswagen (218), Smart (183), Jaguar (37) (Table 2);
- hybrid plug-in: Mitsubishi (134 units), Volvo (79), BMW (58), Porsche (41), Land Rover (40), Mini (28), Mercedes-Benz (11), Toyota (10).

Table 2

The main vehicles sold in Romania – comparative analysis

Car brand	Battery capacity	Real autonomy	Battery charging time depending on the charging source	Price of the basic model with VAT, in euros (2020)
<i>Renault ZOE</i>	44,1 kWh	255 (180-385)	Between 45 minutes (CCS station 50 kW DC; battery charging from 10 to 80%) and 21 hours (Wall Plug 2.3 kW; 0-100%)	30350
<i>Nissan Leaf</i>	40 kWh	220 (155-325)	Between 40 minutes (CHA of de MO50 kW DC; 10-80%) and 18 hours and 30 minutes (Wall Plug 2.3 kW; 0-100%)	36700
<i>BMW i3</i>	42,2 kWh din	235 (165-365)	Between 36 minutes (CCS 50 kW DC; 10-80%) and 19 hours and 30 minutes (Wall Plug 2.3 kW; 0-100%)	40282
<i>Volkswagen e-Golf</i>	35,8 kWh	190 (135-285)	Between 36 minutes (CCS 50 kW DC; 10-80%) and 16 hours and 30 minutes (Wall Plug 2.3 kW; 0-100%)	38913
<i>Smart EQ fortwo Cabrio</i>	17,6 kWh	95 (65-155 km)	Between 55 minutes (22 kW) and 8 hours and 45 minutes (Wall Plug 2.3 kW; 0-100%)	25867

Source: Electric Vehicle Database, 2020

Electric passenger vehicles (including plug-in hybrids) and hybrid vehicles (having no batteries that can be charged to the outlet) accounted for 3.8% of the total new passenger vehicles sold in Romania in January 2020, a value higher than in 2018 (2.9%).

5. Electric vehicle charging infrastructure

To increase the attractiveness of electric vehicles, the wide distribution of charging stations and the battery charging speed are essential, especially in urban areas and for long distance travel. In general, depending on the power of the station (socket), there are several charging modes: slow (normal), fast and ultra-fast. The domestic socket ensures the charging of a small capacity battery (up to 20-25 kWh) in about 8-10 hours. For larger capacity batteries Normal Charge or Fast Charge stations (Combined Charging System/CCS, Charge de Move/CHAdeMO, Tesla Supercharger) are required. The first charging point for electric cars in Romania, a normal 230 V and 16 A power outlet, was inaugurated on June 22, 2011 at the Transelectrica headquarters near the Piața Unirii in Bucharest. At the end of 2014, there were only two public battery charging stations in Romania, in Bucharest and Brașov, a few other power points being at the premises of private companies (Green Report, 2014).

In 2015, the first high-power station (50 kW) was installed at the Porsche Romania headquarters in Pipera, and in 2016 similar stations came into operation at the BMW Group headquarters and in the parking lots of the large shopping centers Kaufland and Lidl (in Bucharest). The number of charging stations nationwide has increased year by year, reaching 441 in January 2020 (up 82% from January 2019), according to the PlugShare application (EV Romania, 2020). Applications, such as PlugShare or Electromaps, provide a map of all public charging stations. To these are added some private stations. There is no uniform distribution of charging stations, the highest density being in urban areas (137 stations in Bucharest). In all major cities there are several medium power charging points (22 kW) and at least one fast station (50 kW). In contrast, from Bucharest to Constanța, on the Sun Highway, there is no station. There

are not enough stations in the southwestern counties of the country, either. However, there are prospects for development. For instance, Enel X Romania (Enel's new global division) plans to create a charging infrastructure for electric vehicles, which will cover the entire country. Around 2500 charging points will be installed between 2019 and 2023 in all regions of Romania, in the big cities and on the main roads. The infrastructure will be based on state-of-the-art technology developed by Enel X and will consist of Quick (22 kW), Fast (50 kW) and Ultrafast (150 kW) stations.

In Romania, among the charging station operators stands out Renovatio e-charge, which, at the beginning of 2020, had the largest network of charging stations for electric cars in Romania, with 173 charging points and 44 fast charging stations, in 58 locations in the country. Many charging points are in the parking lots of Kaufland stores.

6. Policies to support electromobility

In general, the electric vehicle industry was supported by the political factor. The most important measures were the fiscal incentives for the purchase of electric vehicles, the public procurement programs and the stricter emission standards. In Romania, three programs funded by the Environment Fund (established by the Emergency Ordinance no. 196 of December 22, 2005) were promoted:

1. The program regarding the reduction of greenhouse gas emissions in transport activities by promoting clean and energy efficient road transport vehicles; in 2018, for the purchase of a 100% new electric vehicle, an eco-voucher of 45000 lei was granted, and for the purchase of a hybrid electric vehicle with an external power source, which generates an amount of CO₂ emissions less than 50g / km, the eco-voucher had the value of 20000 lei.

2. The program on reducing greenhouse gas emissions in transport activities by promoting infrastructure for clean and energy efficient road transport vehicles, as well as by setting up recharging stations for plug-in hybrid and electric rechargeable vehicles.

3. The program on improving air quality and reducing greenhouse gas emissions through the use of less polluting vehicles in local public passenger transport.

Also, by the Government Decision no. 739 of October 5, 2016 was approved the National Strategy for Climate Change and Economic Growth based on Low Carbon Emissions for the period 2016-2020, as well as the National Action Plan for the implementation of this strategy; the objectives of this policy regarding the transport sector include: introducing strong economic incentives for an ecological transport system and increasing the efficiency of urban transport.

Law 34/2017 on the installation of alternative fuels infrastructure (transposition of Directive 2014/94/EU) regulated the measures designed to install the alternative fuels infrastructure, in order to minimize the dependence on oil and to mitigate the impact of transport on the environment. The national policy framework for the development of the market regarding alternative fuels in the transport sector and for the installation of the relevant infrastructure in Romania was designed in accordance with the provisions of Chapter II of Law 34/2017.

7. Public perception of air pollution and the need to develop electromobility in Romania

The questionnaire analysis showed that people are concerned about air pollution in the area in which they live, work or study, one of the biggest concerns being the emission of suspended particles. It is also well known that air pollution can have negative effects on human health, the environment and the economy, and that road transport is a major source of pollution (Table 3). Although more than half of the respondents are considering to purchase in the future an electric car or a plug-in hybrid, 63% of them would not buy right now an electric car because the price is too high and there is not enough battery charging infrastructure (Figures 3 and 4).

Table 3

The perception regarding the role of road transport in air pollution

Question	Answer	Percentage
Are you concerned about air pollution in the area where you live/work/study?	Yes	98%
	No	2%
What are the main air pollutants that concern you the most? (multiple choices)	Suspended particles	75%
	Nitrogen oxides	31,7%
	Carbon monoxide	59,5%
	Carbon dioxide	56,6%
	Hydrocarbons	41%
	Ground level ozone	14%
Do you know that air pollution can have negative effects on human health, the environment and the economy?	Yes	100%
	No	0%
Is road transport (motor vehicles) a major source of pollution?	Yes	98,2%
	No	1%
	I don't know	0,8

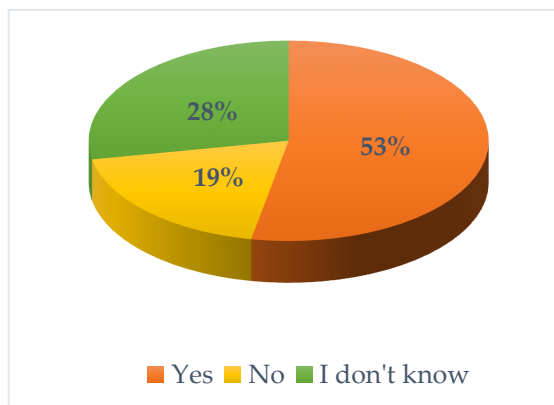


Fig. 3. Do you consider purchasing an electric car or plug-in hybrid?

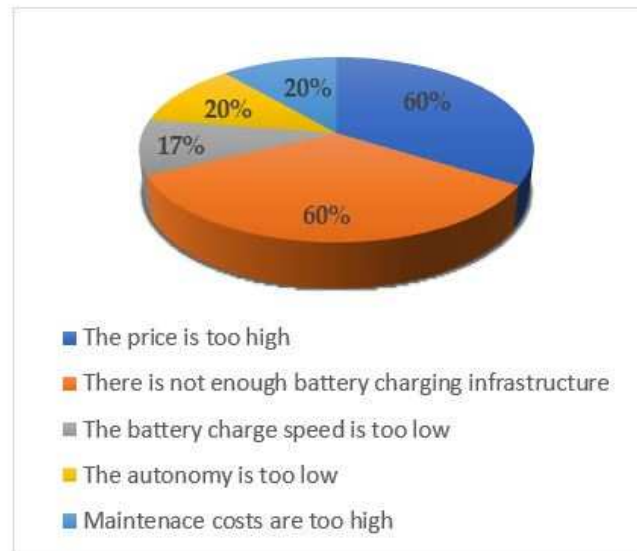


Fig. 4. Why haven't you bought an electric car or plug-in hybrid? (multiple choices)

Conclusions

Although for the time being the share of electric vehicles is very low, electric mobility is expected to become a consistent component of long-term road transport. In the context of the current level of technological development, in the coming years we can expect an expansion of electromobility in urban and peri-urban environments, especially through the electrifying of public transport. Thus, the lack of direct emissions will especially contribute to the improvement of air quality in the cities. In the future, the expansion of electric mobility will depend on the technological developments in the field, the expansion of the charging infrastructure, the accessibility, as well as on the price of raw materials and energy. In order to reduce pollution, it is necessary to cut down the share of fossil fuels (especially coal) in electricity production and to use extensively the renewable sources, because most of the carbon footprint of electric vehicles (during the life cycle) comes from electricity consumption.

REFERENCES

- Asociația Producătorilor și Importatorilor de Automobile (APIA), 2020, 'Analiza evoluției pieței auto din România în 2019', 6 februarie 2020. <http://www.apia.ro/wp-content/uploads/2020/02/Analiza-pietei-auto-din-Romania-in-anul-2019.pdf> (accesat la 8.04.2020).
- Asociația Producătorilor și Importatorilor de Automobile, 2020, 'Buletin Statistic Auto', decembrie 2019. <http://www.apia.ro/wp-content/uploads/2020/03/2019-12-Analize.pdf> (accesat la 8.04.2020).
- CalitateAer, 2020, 'Rețeaua Națională de Monitorizare a Calității Aerului'. http://calitateAer.ro/public/home-page/?__locale=ro
- Comisia Europeană (CE), 2018, 'Europa la cârma tranziției globale spre transportul curat'. https://ec.europa.eu/environment/efe/themes/climate-action/europe-driver%E2%80%99s-seat-global-shift-clean-transport_ro (accesat la 14.08.2019).
- Direcția Regim Permise de Conducere și Înmatriculare a Vehiculelor (DRPCIV), 2020, 'Parcul auto al României la 31 decembrie 2019'. <http://data.gov.ro/dataset/parc-auto-romania> (accesat la 4.04.2020).
- Electric Vehicle Database, 2020, ev-database.org/ (accesat la 9.04.2020).
- European Automobile Manufacturers Association (ACEA), 2019, 'Joint call to action for the accelerated deployment of smart charging infrastructure for electric vehicles'. https://www.acea.be/uploads/press_releases_files/Joint_call_to_action-ACEA_Eur_electric_TE.pdf (accesat la 12.04.2020).
- EV Romania, 2020, 'Creșteri număr stații de încărcare pentru mașini electrice în 2019, în România'. <https://www.evromania.ro/2020/01/18/crestere-nr-statii-de-incarcare-ptr-masini-electrice-in-2019-in-romania/> (accesat la 9.04.2020).
- Green Report, 2014, 'Aproape 100 de mașini electrice în România, dar infrastructură aproape inexistentă'. 24 noiembrie 2014. <https://www.green-report.ro/aproape-100-de-masini-electrice-in-romania-dar-infrastructura-aproape-inexistenta/> (accesat la 12.11.2019);
- International Energy Agency (IEA), 2019, 'Global EV Outlook 2019, Scaling up the transition to electric mobility', Paris. www.iea.org/publications/reports/globalevo Outlook2019/ (accesat la 8.11.2019)
- International Energy Agency, 2017, 'CO₂ emissions from fuel combustion, Highlights', OECD/IEA. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CO2EmissionsfromFuelCombustionHighlights2017.pdf> (accesat la 29.01.2019).
- Ministerul Energiei, 2017, 'Cadrul național de politică pentru dezvoltarea pieței în ceea ce privește combustibilii alternativi în sectorul transporturilor și pentru instalarea infrastructurii relevante în România', Guvernul României. http://www.mmediu.ro/app/webroot/uploads/files/Cadrul-National-de-Politica_Combustibilii-Alternativi-in-Sectorul%20Transporturilor%281%29.pdf (accesat la 14.11.2019).
- Renovatio e-charge, 2020. <https://www.e-charge.ro/> (accesat la 9.04.2020).
- United States Environmental Protection Agency, 2019, 'Sources of Greenhouse Gas Emissions'. <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions> (accesat la 29.01.2019).
- World Health Organization (WHO), 2018, 'Ambient (outdoor) air quality and health'. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (accesat la 19.03.2019).

<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/12>

**LECTURE DU RAPPORT COGNITIF AU PATRIMOINE
DANS UNE PERSPECTIVE COMMUNICATIONNELLE :
DECRYPTAGE DE LA DYNAMIQUE DES REPRESENTATIONS
CULTURELLES ET LEUR RECEPTION.
CAS DU CENTRE HISTORIQUE D'ALGER**

MANSOURI LAMIA¹, BOUARROUDJ RADIA², DEBACHE SAMIRA³

READING OF THE COGNITIVE REPORT TO HERITAGE FROM A COMMUNICATION
PERSPECTIVE: DECRYPTING THE DYNAMICS OF CULTURAL
REPRESENTATIONS AND THEIR RECEPTION.
CASE OF THE HISTORICAL CENTER OF ALGIERS.

Résumé

Le patrimoine bâti est une composante essentielle du lieu. Il est indissociable d'un ensemble physique et social qui lui permet de signifier et auquel il donne sens. L'acceptation de ces termes inscrit le patrimoine dans la construction collective d'un bien commun basée sur le regard qualifiant porté par la société du présent sur le legs de celles qui l'ont précédée. Le réinvestissement du passé par le présent met en exergue l'importance de concevoir la construction symbolique du patrimoine plutôt que l'objet constitué. Dès lors le patrimoine n'est plus appréhendé en fonction de sa matérialité mais de son opérativité sociale.

L'intellection de la notion ainsi posée impose l'impératif d'envisager la dimension appropriationnelle et les dynamiques d'interaction d'un groupe social avec son héritage.

L'hypothèse avancée est que cette appropriation est indexée à une construction culturelle d'une valeur patrimoniale au fait de la médiation.

Afin d'élucider ces propos, le choix s'est porté sur le site de la casbah d'Alger, centre historique de la ville. Au travers de cet espace urbain, nous tenterons d'évaluer et

¹ Université d'Alger 1. lamianagati@yahoo.fr

² Université de Constantine III, dadoo_162002@yahoo.fr

³ Université de Constantine III, samira.debache@univconstantine 3.dz

de comprendre les termes du rapport d'appropriation cognitive que développent les pratiquants du site avec le patrimoine bâti en évaluant l'impact de la médiation dans cette configuration particulière.

Mots clés : Appropriation cognitive – médiation patrimoniale – casbah d'Alger – approche qualitative.

Introduction

Le patrimoine connaît ces dernières années une transformation profonde qui implique le passage d'une perspective historique vers une approche plus sociologique comme le développent Boudin (1984), Lamy (1996), Noppen et Morisset (2004) et, Amougou (2004).

Ces auteurs consacrent l'idée selon laquelle la valeur patrimoniale n'est plus restrictive aux qualités intrinsèques d'un objet, mais relative à une perception et une subjectivité collective dépendantes des conditions sociales et historiques propres à un contexte. L'acceptation de ces termes inscrit le patrimoine non seulement entre la responsabilité de la préservation d'un legs mais aussi dans la construction collective d'un bien commun, mettant en exergue sa fonction sociale définie par le degré d'attachement d'une société à son héritage. Ce recentrage impose l'appropriation comme un concept majeur dans l'équation patrimoniale.

L'hypothèse retenue est que cette dimension appropriationnelle exige la mise en relation du patrimoine avec des sujets récepteurs par toutes formes d'actions et de démarches menées dans la perspective de son affirmation en tant que symbole représentatif du passé.

D'objet exemplaire, le patrimoine devient un médiateur au sens communicationnel entre deux univers : le monde de référence du patrimoine et celui du public. Nous supposons de ce fait que la construction communicationnelle du rapport au passé est constitutive de l'acte d'appropriation du patrimoine.

Cette posture épistémologique oriente le choix méthodologique vers une approche qualitative concrétisée au travers de l'enquête par entretien. Sa configuration comme dispositif de narration est apte à repérer dans le discours l'ensemble des significations à l'œuvre dans la compréhension **du rapport cognitif des pratiquants du centre historique d'Alger au patrimoine bâti du site en évaluant de l'impact de la médiation dans cette configuration particulière.**

I. Appropriation : polysémie d'un concept

Il existe une intensité d'échanges autour de ce concept qui induit à une sorte de polysémie de sens sur les définitions à fournir.

Selon Perla Serfaty-Garzon (2003 : 27), la notion d'appropriation véhicule deux idées dominantes. D'une part, celle d'une adaptation de quelque chose à un usage défini ou à une destination précise; d'autre part, celle, qui découle de la première action visant à rendre propre quelque chose. En psychologie environnementale, l'expérience du lieu repose sur les interactions entre l'individu et l'environnement. Pour Gustave-Nicolas Fischer(1992 : 91), elle peut être définie comme un « *système d'emprise sur les lieux.* » Il s'agit d'un pouvoir à la fois physique et psychologique sur un espace individuel ou collectif. Un moyen de matérialiser une partie de son univers mental dans l'espace environnant afin de le familiariser et de s'y sentir en sécurité.

Dans cette logique le patrimoine bâti qui connaît des extensions impliquant son apparenté à un espace ou un ensemble d'espaces représentera « *l'archétype du bien approprié.* » (Godard 1990 : pp. 215-241)

I.1. L'appropriation cognitive

L'appropriation cognitive fait partie des modalités d'appropriation à dominante idéelle qui sont « *inséparables d'intentions, de perceptions et représentations, et même de constructions imaginaires ou idéologiques...* [qui supposent] *une pratique concrète, régulière et démonstrative de l'espace.* » (Ripoll et Veschambre 2005 : 7-15.)

Dans le domaine du patrimoine, elle matérialise le développement d'une connaissance approfondie théorique et pratique par apport à l'objet patrimonial permettant d'en user de façon pertinente ou stratégique (Ripoll et Veschambre.V 2006 : 295-304).

Le premier indicateur de cette appropriation sera concrètement accompli au travers du langage par un acte de désignation.

II. La médiation patrimoniale : une interface communicationnelle.

Dans son sens littéral, la notion de médiation met l'accent sur le lien, la conciliation. Ses « *fonctions sont d'accompagner, de réguler ou de négocier grâce à un tiers, une fracture entre des mondes qui seraient séparés, ou encore de permettre la communication entre ces mondes.* » (Gellereau, 2005 : 27-42.)

Cette notion aborde le fait qu'un sujet inscrit dans un processus de médiation est conduit à explorer et à confronter d'autres points de vue à son propre regard (Darra 2004 : 61-85) dans une dialectique constante entre la rationalité et la sensibilité du sujet. Sous cet angle, le sens ne serait plus immanent aux objets mais se construit par des sujets grâce à des langages et des dispositifs qui permettent l'émergence d'un monde composé d'interprétations diverses.

La médiation culturelle s'inscrit dans mouvement qui attache une importance nouvelle à la question du rôle des publics dans l'équation culturelle. La médiation du patrimoine s'inscrit pleinement dans ce schéma et se situe dans la dynamique des représentations culturelles et leur réception. Elle engage des dispositifs pour transmettre et communiquer des savoirs et des valeurs en construisant « *une interface entre deux univers étrangers l'un à l'autre (celui du public et celui, disons, de l'objet culturel) dans le but précisément de permettre une appropriation du second par le premier.* » (Davallon 2004 : 37-58.)

L'objectif étant de produire une signification symbolique reliée aux différentes valeurs du patrimoine afin d'opérer l'appropriation de ce dernier par une communauté dont il représente l'héritage. Cette nouvelle réalité du patrimoine force l'articulation entre sa dimension référentielle et sa dimension communicationnelle.

La première étant basée sur les attributs traditionnels du patrimoine (authenticité et véridicité). Elle est identifiable à travers des signes qui renvoient aux qualités intrinsèques de l'objet mais aussi à son monde de référence (dates des vestiges, références historiques...etc.). La deuxième s'articule autour de la notion « d'expérience » qui vise une construction de sens et sera plutôt orientée vers une manière d'appréhender l'objet patrimonial en usant de dispositifs médiatique (signalétiques scénographie décors, reconstitution, mise en scène, film images, spectacle vivant ... etc.)

III. Présentation du contexte d'étude

Alger doit sa naissance à sa situation géographique, la topographie de son site et surtout à son port, qui depuis l'Antiquité lui vaut un attrait particulier qui a constitué le premier vecteur de son urbanisation.

Les Phéniciens y établirent un emporium, un de ces comptoirs qui jalonnaient leurs routes maritimes (Ichoubédene 1997 : 23).

Après une période de flottement où le comptoir fit partie du royaume de Maurétanie indépendant et gouverné par les rois berbères, il fut annexé en l'an 40 à l'empire romain. Vers le X^e siècle la tribu berbère des Sanhadja se fixe sur l'emplacement des romains. Le Prince Bologhine Ibn Ziri fonda vers l'an 950 de notre ère le premier noyau de la médina nommée El Djazair (Djilani 2005 : p. 16). La prise du pouvoir par les Ottomans au XVI^{ème} siècle, contribuera à l'essor extraordinaire de la ville qui accède au sommet de la hiérarchie urbaine du pays. De Bourgade, Alger devient« *l'espace central d'un pouvoir politique rayonnant sur le Maghreb*» (Ichoubédene 1997 :19). En 1830, la rupture historique que représente la colonisation française métamorphose complètement la ville par ce qu'elle engendre comme destruction et substitution des ordres urbains. Marginalisée pour d'autres centralités, la médina désormais nommée la *Casbah* va glisser du statut d'un centre de pouvoir vers celui d'un quartier marginalisé de la ville.



Fig. 1. Vue aérienne de la casbah d'Alger.
Source : /www.algerie-ancienne.com

A la période post indépendance les bouleversements liés au nouveau rôle d'Alger en tant que capitale d'une nation indépendante donne lieu à une radicale réutilisation de l'espace urbain.

Cette situation eue des répercussions sur le centre historique qui se sont traduits dans les faits par une déstabilisation de la structure sociale et physique engendrant une marginalisation spatiale, économique et sociale. Le site fut classé patrimoine mondial par l'Unesco en 1992 et instauré en secteur sauvegardé en mai 2005.

IV. Une méthode qualitative opérante in situ

Le questionnement qui porte sur la compréhension du rapport d'appropriation cognitive que développent les pratiquants du centre historique au patrimoine bâti doit « *se construire intellectuellement à partir de données brutes recueillies et à travers une mise en concept ainsi qu'à travers des efforts intellectuels de compréhension destinés à faire apparaître du sens-pour-des-acteurs en-situation.* » (Mucchielli 1996)

La méthode qualitative apparait de ce fait pertinente pour la réalisation de cet objectif. Elle permet de mettre l'accent sur les acteurs afin d'avoir accès à leur interprétation d'une réalité sociale par l'intermédiaire de la compréhension et la signification qu'ils ont du monde qui les entoure et dans lequel ils se sont engagés.

Deux axes articulent l'investigation :

- La Compréhension et l'évaluation du degré et des formes d'appropriation cognitive au patrimoine bâti développées par les enquêtés.
- La mise en rapport de cette appropriation avec les stratégies communicationnelles (traduite par les différents modes et dispositifs de médiation) existantes sur site.

Ce qui revient à évaluer l'impact de la médiation dans la construction d'un lien avec le passé au travers des objets patrimoniaux.

L'entretien semi-directif est mobilisé pour la réalisation de cet objectif. Cet outil méthodologique de narration représente une technique de communication et d'interaction humaine ayant la capacité de par son

caractère immersif et la parole performative du discours à révéler les dimensions et les logiques explicatives du phénomène social étudié.

IV.1. Le corpus d'étude

L'objectif de définir un rapport d'appropriation cognitive porte sur la globalité du centre historique qui est d'ailleurs classé comme patrimoine universel et comme secteur sauvegardé. Cependant la faisabilité de l'enquête, a exigé de travailler sur les éléments saillants. Le corpus d'étude comportera une liste de monuments classés parmi les plus emblématiques du site. Dans sa constitution il intègre plusieurs typologies et aura pour limite chronologique la période ottomane⁴.

Il se composera de :

- La mosquée sidi Ramdane située dans la partie haute de la casbah date de l'époque des dynasties berbères médiévales. (Devoulx 1870 : 226) (fig. 2)
- La mosquée Djamaa el kebir, bâtie par le souverain Almoravide Youssef Ibn Tachfin en 1097. (Bourouiba 1983 : 62)
- La mosquée Ketchaoua : des hypothèses font remonter sa construction à une période antérieure au XVI^e siècle. Elle sera reconstruite au XVIII^e siècle par le dey Hassan pacha (Djermoune & Oubouzar 2013 : 249). Sous l'occupation française, elle fut massivement remaniée et affectée au culte catholique pour reprendre son usage initial à l'indépendance de l'Algérie. (fig. 3)
- Le mausolée Sidi Abderrahmane El-Thaalibi, saint patron d'Alger édifié en 1611, il sera remanié en 1696, sous le dey El-Hadj-Ahmed puis transformé à nouveau en 1729 à l'époque d'Abdi-Pacha. (fig. 4)
- Le palais Dar Khedaoudj construit en 1570 dans la partie basse de la casbah (CNRA)⁵. Aujourd'hui il abrite le musée des arts et traditions populaires.

⁴ Le patrimoine colonial véhicule des valeurs historiques et des valeurs d'usages qui nécessitent une lecture spécifique du rapport d'appropriation.

⁵ Centre nationale des recherches archéologiques.

- Le palais Aziza fondée entre 1552 et 1556 (CNRA), fut la résidence du Dey pour devenir 1er siège de la régence à l'époque ottomane. Il est actuellement le siège de l'office national de la gestion des biens culturels. (fig. 5)
- Le palais Hassan pacha fût construit en 1791 par le Dey d'Alger Hassen El-Kheznadji (Golvin2003 : 62). Il subira plusieurs modifications à l'époque coloniale. Il est aujourd'hui une administration affiliée au ministère des affaires religieuses. (fig. 7)
- Le palais des Rais fut édifié aux 16 siècles par Mustapha Pacha, (CNRA). Le bâtiment est la dernière survivance du rapport de la médina avec la mer. Il abrite actuellement le centre des arts et de la culture. (fig. 6)



Fig. 2. La mosquée
Sidi Ramadane
(Source : Auteur, 2018)



Fig. 3. La mosquée Ketchaoua
(Source : Auteur, 2018)



Fig. 4. Mausolée
Sidi Abderrahmane
(Source : cnra.dz)

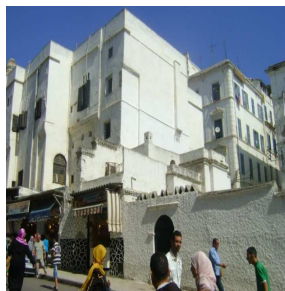


Fig. 5. Palais Aziza
(Source : Auteur, 2019)



Fig. 6. Palais des Rais
(Source : cnra.dz)



Fig. 7. Palais
Hassan pacha
(Source : Auteur, 2018)

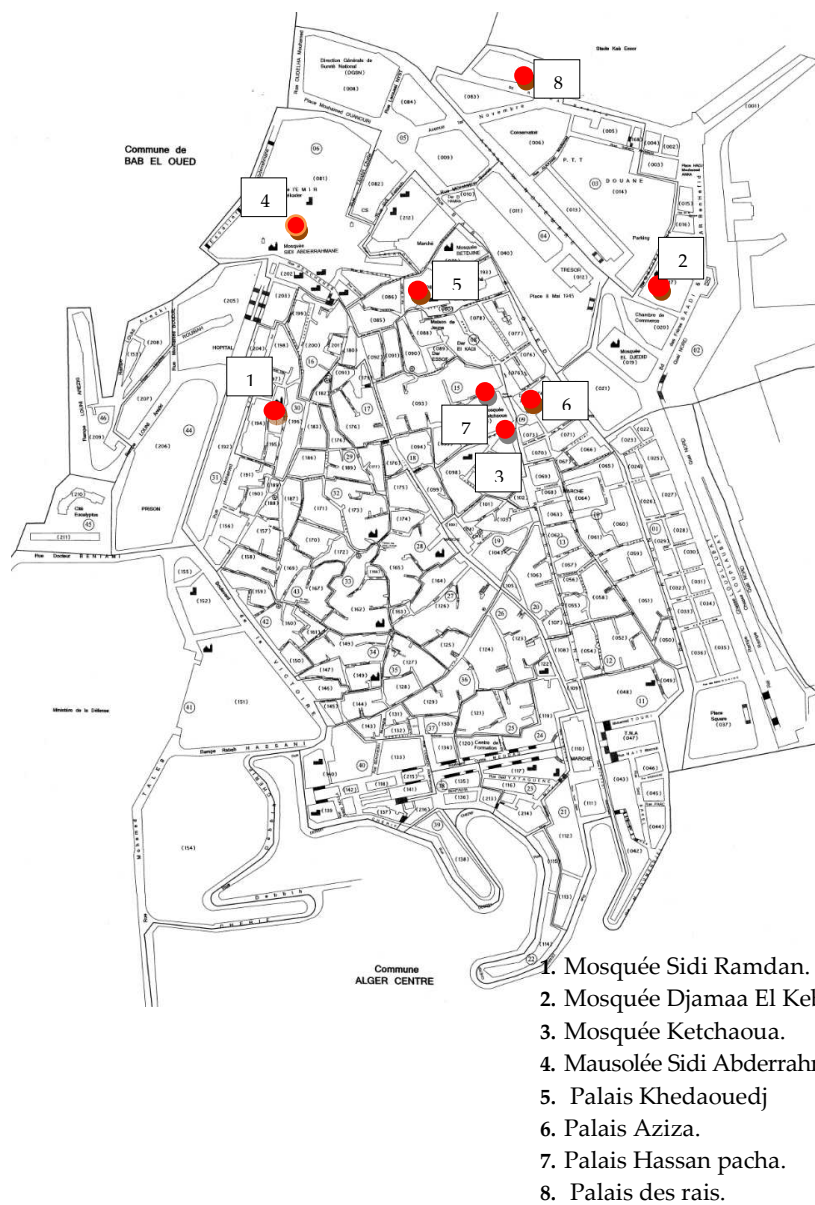


Fig. 8. Emplacement des éléments du corpus
(Source : Auteur, 2019)

IV.2. L'échantillon des enquêtés : critères et modes de représentativité

L'échantillon de l'enquête repose sur le principe d'une représentativité théorique. Il sera apparenté à un échantillonnage typique où tous les éléments choisis sont des modèles représentatifs de la population ciblée.

L'objectif étant de mettre en évidence une grande diversité de situations et d'établir une typologie la plus proche de l'exhaustivité des configurations possibles dans le but de reconstruire la composition sociologique du contexte d'étude.

Le critère de représentativité qui guide la sélection des enquêtés est celui de la pratique du centre historique.

Pratiquer les lieux ne revient pas au simple fait de la fréquentation, il s'agit d'une notion qui insiste sur le faire et sur les actes.

*« Chaque pratique exprime un certain habiter à l'échelle de l'individu »
(Stock 2003 : 213-229)*

« Un même lieu n'a pas le même sens selon les pratiques qui s'y déploient. Chaque pratique met donc en jeu l'espace d'une façon nouvelle: c'est l'enseignement que l'on peut tirer d'une lecture pragmatique de l'espace ». (Stock 2007 ; 103-125)

Mais la pratique d'un un lieu n'induit pas seulement faire expérience de sa matérialité, mais aussi en donner une signification particulière et symbolique. Cette dernière est construite par le travail de traduction des valeurs existantes que par l'injection de nouvelles valeurs véhiculées par le vécu.

Ce concept renvoie à l'action que l'individu peut avoir sur un espace et la signification qui lui octroie en fonction de son propre vécu et des particularités du site.

Trois typologies ont été intégrées à l'échantillon pour répondre à toutes les configurations possibles :

- Les pratiquants qui résident sur le site de façon permanente (locataires et propriétaires.) (6personnes)
- Les pratiquants qui travaillent sur le site. (5 personnes)

- Les personnes qui pratiquent le site de façon occasionnelle (commerces, services,... etc.) (9 personnes)

L'échantillon exclut des usagers spécifiques que sont les touristes. Ils sont présents sur le site d'une manière beaucoup trop sporadique pour être relevée et intégrée à l'enquête.

Le critère sociodémographique fut mobilisé afin d'optimiser la diversité de l'échantillon et d'assurer la plus grande hétérogénéité de la population interrogée :

- L'âge : toutes les personnes interviewées lors des entretiens étaient majeures (les enfants sont une catégorie qui n'est pas prise en compte).
- Le genre : une parité a été recherchée afin d'aboutir à un effectif équilibré homme/femme. (11 femmes/ 9hommes)
- Le niveau d'instruction et les catégories socioprofessionnelles : cette information a servi à veiller à ne pas restreindre le discours à une catégorie spécifique de la société. (niveau primaire /moyen 40% – 35%secondaire – universitaire 25%)

IV.3. Grille d'entretien : un cadre souple et évolutif

La capacité à s'approprier le patrimoine par les pratiquants du centre historique est subordonnée à une compétence cognitive qui est définie comme la manipulation du savoir dans le discours.

Une grille d'entretien permettra la mise en exergue de cette dernière par un système organisé de thèmes qui structure le questionnement mais ne dirige pas le discours traçant un cadre souple et évolutif aux entretiens.

Un volet introductif servira à cerner les caractéristiques personnelles de chaque enquêté (âge, sexe, niveau scolaire, profession) ainsi que sa catégorie d'appartenance à la typologie de notre échantillon.

La deuxième partie sera scandée par deux axes de d'investigation :

Le premier aura comme objectif l'évaluation du capital informatif de l'enquêté sur le patrimoine bâti du site (capacité à identifier des éléments du patrimoine bâti et aptitude à développer des connaissances sur les éléments du corpus.)

La compétence cognitive se décline aussi selon un ordre spatial (capacité à s'orienter, à localiser un édifice, et pouvoir y accéder.)

Cette compétence a été étudiée dans une relation de causalité avec l'existence de stratégies communicationnelles consacrées au site (médiation in situ et ex situ) afin d'établir l'impact de la médiation sur les configurations d'appropriation cognitive au patrimoine bâti.

IV.4. Protocole d'analyse du corpus

Le protocole d'analyse repose sur la thématisation continue une des méthodes d'analyse de contenu. Elle consiste à décomposer le corpus de verbatim constitué par les entretiens en des thèmes représentatifs et synthétiques du contenu analysé (Mucchielli 2008 : 62).

Le premier palier d'analyse a consisté en un repérage de ces unités thématiques qui composent l'univers discursif des enquêtés. Ces dernières représentent des partitions porteuses de sens, identifiables en fonction de la problématique et des hypothèses de recherche.

Elles permettent de produire une reformulation du discours sous une forme condensée et formelle constituant ainsi le cadre de l'analyse. Leur présence ou leur fréquence d'apparition signifie quelque chose pour l'objectif analytique choisi. Trois logiques narratives énoncent les domaines au travers desquels furent relevées et analysées les postures d'appropriation cognitive au patrimoine. : L'identification, l'orientation et la connaissance.

V. L'appropriation cognitive au prisme de la médiation : Efficience et Carence des stratégies communicationnelles

V.1. Identifier, nommer : la toponymie comme facteur d'appropriation

La dimension cognitive se traduit dans une première acception par la capacité à reconnaître et à nommer des éléments du patrimoine bâti.

« La ville a une toponymie propre qui est un facteur d'appropriation »
(Feinanguai 2004 : 244-255.)

Cette désignation des lieux, est alors révélatrice de l'appartenance à un groupe et l'adhésion à une représentation spécifique de l'espace.

Dans cet ordre d'idées, le premier palier dans l'évaluation de la compétence cognitive dans le discours des enquêtés revenait à estimer l'aptitude de ces derniers à identifier et à nommer dans *leur parcours habituels* du site des éléments saillants du patrimoine bâti⁶.

La grille d'entretien mentionne le vocable d'édifice remarquable du point de vue de l'importance des ses dimensions, de ses qualités esthétiques (éléments décoratifs ou architectoniques) afin de ne pas spécifier aucun terme technique inaccessible aux enquêtes (édifices classés, monuments...etc) laissant à ces derniers la liberté de désigner dans le tissu urbain les éléments qu'ils estiment *importants*.

Dans l'analyse du verbatim, il ressort une constante : la capacité des résidents à définir la toponymie des édifices. Le fait d'habiter *le site*, *le transforme en un espace vécu, un espace connu ce qui permet la constitution de repères cognitifs*.

« C'est évident que je peux nommer ce que je perçois... c'est mon quartier ! »
(Abdelkader 67 ans résident à la casbah.)

« Oui bien sur j'arrive à identifier tous les édifices importants que je rencontre, les mosquées, les palais, et même les fontaines et les rues... Je suis de la Casbah » (Salah 27ans résident la casbah)

Pour le reste des pratiquants cette capacité est très variable selon les profils. Les enquêtés qui travaillent sur le site peuvent reconnaître et nommer avec plus ou moins d'aisance les édifices patrimoniaux qui ponctuent leurs parcours.

Cette aptitude s'exprimera d'une manière irrégulière selon l'expérience individuelle de chacun. En se référant aux propos des enquêtés, nous la reportons à leur pratique récurrente du site et leur proximité avec les habitants de la casbah.

⁶ Le choix du parcours habituel aura comme objectif de souligner une pratique récurrente de l'espace ce qui permet une proximité spatiale avec le lieu.

« Je connais pas mal de choses à la casbah... Je discute beaucoup avec les gens du quartier, c'est un grand plaisir pour moi ! Ces personnes sont la mémoire vivante de la casbah et puis comme je vous l'ai dit je suis ici depuis longtemps ! » (Aziz 55 ans commerçant)

Les pratiquants occasionnels du site affichent dans leur propos une difficulté visible et variable à nommer les édifices patrimoniaux présents dans leurs parcours bien qu'ils énoncent clairement discerner dans le tissu urbain des éléments qui par leur caractère esthétique et ont attisé leur curiosité.

« Je fais souvent des courses dans la basse casbah...je connais la mosquée ketchaoua comme tout le monde et la mosquée Djemaa ejdid... pour le reste il est vrai que des grandes bâtisses bordent la mosquée ketchoua,... je crois qu'elles sont turques..., mais je n'ai jamais fais la démarche de me renseigner sur leurs noms.» (khaoula 33 ans pratiquante occasionnelle du site)

« ...pour ma part quand un édifice m'interpelle je demande aux gens du quartier de me donner le nom... c'est la seule manière à mon sens d'avoir la réponse..ou bien aller sur le net mais c'est plus compliqué car on a pas le nom pour lancer la recherche » (Karim 27 ans pratiquant occasionnel du site.)

Si nous devons souligner les dénominateurs communs aux entretiens, les édifices culturels se révèlent comme les plus cités par les enquêtés. Leur monumentalité, leur qualité esthétique et leur valeur d'usage ne manquent pas, d'insuffler aux personnes interrogées une charge identitaire et spirituelle, faisant d'eux des repères cognitifs importants du site.

Le palais des Rais émerge aussi dans le discours de par sa position dominante et excentrée par rapport à la médina mais aussi par sa présence récurrente dans les médias.

Cette défaillance cognitive, il est important de le souligner, est reportée par les enquêtés, à l'absence d'éléments informatifs sur site.

V.2. Orientation / localisation : pour une intelligibilité des lieux

La capacité à s'orienter dans l'espace se réfère à une habileté mentale c'est-à-dire la capacité à appréhender, identifier à partir de ses attributs majeurs les caractéristiques d'un environnement.

Cette image se forme par une véritable reconstruction interne de l'espace tel que l'individu le perçoit selon des modalités sensorielles multiples. C'est un processus cognitif où l'utilisateur a recours à des signes et à des informations puisés dans l'espace et qu'il juge pertinents à ses besoins.

Nous pouvons de ce fait avancer que l'orientation spatiale émerge grâce à l'élaboration d'une signification qui se construit à partir de la compréhension subjective d'un lieu.

Cette aptitude à s'orienter est reportée par Passini (1996 : 319-331) à un facteur d'appréciation et d'appropriation de l'environnement bâti. Dans le sens où il l'entend, Passini accorde à ce concept d'appropriation une valeur instrumentale et cognitive car il implique la capacité d'utiliser efficacement l'espace.

Cet environnement qui dans notre cas est un espace urbain se présente comme relais et émetteur d'informations. Parmi celles-ci, Passini et Shiels (1987) en signalent deux catégories dont l'assimilation permet à l'utilisateur de se représenter l'organisation de son milieu.

1. Les **méta-informations**, c'est-à-dire les informations qui permettent de comprendre la structure de l'environnement. Elles renvoient aussi bien à l'environnement qu'à l'espace architectural.

2. Les **micros informations** qui en permettent l'usage comme les outils signalétiques (les flèches signalétiques, les tableaux d'orientation, éléments de balisage et de jalonnement... etc.)

La transposition de ces données au contexte d'étude converge vers l'évaluation de la capacité des enquêtés à localiser les édifices patrimoniaux importants (éléments du corpus) qui se présentent aussi comme des éléments de repères au niveau du centre historique. Cette compétence traduit une maîtrise probante de l'espace.

Au travers de notre enquête nous avons constaté que cette représentation spatiale cognitive se construit avec l'expérience et la pratique.

Cet apprentissage se base sur le rapport stimulus-réaction par apport aux informations émises par l'environnement bâti, ce qui oriente la perception et anticipe la décision.

Le profil des résidents obéit à ce schéma. Nous relevons dans leur propos une bonne intelligibilité de l'espace qui transparait dans leur capacité à se représenter les caractéristiques de leur environnement.

Ils arrivent ainsi à localiser les édifices patrimoniaux du corpus en se référant aux méta-informations du site (les voies, les caractéristiques architecturales... etc.)

« La mosquée Sidi Ramdane, est une petite mosquée qui n'est pas loin d'ici, dans la haute casbah [...] La mosquée Ketchaoua est dans la basse Casbah dans le quartier Souk el Djemaa à coté de Dar Aziza... Dar Hassan Pacha qui est le siège des affaires religieuses est en face de Dar Aziza. Djamaa el kebir est sur le boulevard du 1^{er} Novembre [...] en longeant la rue on trouve le palais des Rais. Le mausolée Sidi Abderrahmane est dans la haute Casbah pas loin de la rue Marengo... » (Abdelkader 67 ans résident à la casbah)

Cette capacité est aussi présente chez les travailleurs sur site mais s'exprimera d'une manière différente : les enquêtés seront à même de localiser avec précision les édifices qui se situent dans une zone proche de leur lieu de travail.

« La mosquée Sidi Ramdane se trouve dans la haute Casbah, pas loin de l'hôpital à une ruelle d'intervalle. Pour le mausolée Sidi Abderrahmane il faut descendre encore des ruelles, il est facile à repérer, vous pouvez demander, tout le monde le connaît ; la mosquée Ketchaoua, est dans la basse Casbah. La grande mosquée est aussi dans la basse Casbah mais en contrebas, plutôt vers la mer, le palais des Rais aussi. Les palais Dar Khdaouedj, j'en entends parler mais je ne saurais pas le situer. Le palais Hassan pacha je n'en ai jamais entendu parler. » (Souhila 42 ans, infirmière travaille sur site.)

Par opposition, nous relèverons dans la diversité des réponses et des expériences que les pratiquants occasionnels entreprennent avec le site,

une difficulté à s'orienter mais aussi à dresser une localisation des éléments du corpus.

Cette inaptitude traduit leur incapacité à établir des repères qui leur permettent de se représenter cognitivement le centre historique. *Ce manque de repères cognitifs et spatiaux n'est pas comblé par les médiations in situ* (micros informations).

« Sur tout les édifices que vous venez de citer, je peux vous localiser que trois, la mosquée ketchaoua, la mosquée djamaa el Kebiret le palais des Rais pour le reste je ne sais pas. » (Radia 46 ans pratiquante occasionnelle du site.)

« C'est très difficile de s'orienter. Pour trouver le musée du palais khedaouedj nous avons demandé deux fois notre chemin... Ce n'est pas normal. Il faut un minimum, de renseignements, au moins pour retrouver les musées ou les monuments, pour que les gens puissent y venir. » (Amina 32 ans pratiquante occasionnelle du site.)

Dans ce contexte *la signalétique interprétative et directionnelle aurait pu contribuer à l'intelligibilité des lieux.*

La première en *identifiant et nommant les lieux et les édifices patrimoniaux*, apporte de l'information là où elle manque, offrant une vision plus explicite du contexte.

La deuxième aura à la fois la vocation et d'*éviter le sentiment de désorientation et diriger le pratiquants occasionnels vers les éléments considérés comme importants de par leur valeur historique ou architecturale.*

Elle améliore de ce fait la compétence de pratique chez l'enquêté et sa capacité à anticiper et à choisir ses parcours dans le centre historique.

Cette stimulation de la capacité à prévoir optimise *« le travail de reconnaissance et d'appropriation d'un contenu culturel. »* Jacobi Daniel, Jeanneret Yves 2013 : 47-72)

V.3. Connaissances et compréhension : l'accès au savoir

Les mécanismes cognitifs sont analysés dans le discours au travers de l'aptitude des enquêtés à développer des connaissances sur le centre

historique (évaluation du capital informatif sur le centre historique dans sa globalité mais aussi sur les éléments patrimoniaux du corpus).

Un parallèle est fait avec les stratégies communicationnelles et les différentes actions de médiation opérantes sur site afin d'évaluer leurs impact sur les configurations d'appropriation.

La première constante relevée dans les entretiens est une conscience partagée par tous les enquêtés du statut de la Casbah comme patrimoine universel.

Cet état de fait est ramené par ces derniers à une présence récurrente de cette information *dans les médias* au point d'être automatiquement associée au site.

« Oui je le sais, cette information est présente partout, à la télévision, à la radio. Dès qu'on parle de la Casbah on dit qu'elle est mondialement classée. Moi je ne vois pas sincèrement l'avantage qu'a apporté ce classement. »
(Salah 27 ans résident la casbah.)

Le statut de secteur sauvegardé pour sa part, est connu principalement par les résidents en rapport aux différentes restrictions et législation concernant le cadre bâti.

« Oui je sais... d'ailleurs on a plus le droit de modifier quoi que ce soit dans la maison sans en revenir aux services concernés » (Abdelkader 67 ans résident à la casbah.)

Le deuxième constat que nous révèle l'analyse du discours est les configurations différentes dans l'acquis cognitif des enquêtés :

Les résidents présentent une bonne connaissance des éléments patrimoniaux du corpus, cependant certains édifices sont reconnus par leur fonction qui vient supplanter leur valeur historique (comme le palais Hassan Pacha qui est reconnu par sa fonction de Siège des affaires religieuses).

Le capital informatif développé par les résidents est appréciable (plus présents chez les personnes âgées.) Ce savoir qui ne relève pas toujours *d'une véracité historique* est essentiellement relié à une mémoire des lieux et à une transmission intergénérationnelle de la part des anciens qui dans ce cas peuvent être considérés comme *des médiateurs du site*.

Ces derniers agissent sur la réception active du sujet social et sa capacité non seulement à acquérir les connaissances transmises, mais lui permettent de les relier à leurs propres expériences pour ainsi produire chez lui du sens et de la signification.

« Oh tout d'abord le récit des anciens, mes parents, mes grands parents. Il y'a tellement d'histoire et de légendes autour de ce quartier. » (Kamir 60 ans résidente à la casbah.)

« Il y'a des choses que j'ai toujours su, sans savoir exactement qui me les a apprises, forcément ça doit être ma famille et particulièrement mon père. Pour le reste j'ai constitué mon propre savoir, principalement au travers des livres. » (Radia 30 ans résidente à la casbah.)

Ce rôle de médiateur attribué aux anciens est aussi repris par les travailleurs sur site, qui considèrent pour leur part que ces derniers sont un vecteur important de la transmission de savoir sur la Casbah et qu'ils devraient être intégrés à tout projet visant la valorisation du site.

« La meilleure manière façon de connaître la Casbah c'est de la visiter et pour bien la visiter il faut le faire avec les gens du quartier, et surtout les anciens c'est un capital à exploiter au travers d'associations par exemple. » (Lyes 35 ans travaille sur site.)

Pour les deux autres profils (travailleurs et pratiquants occasionnels), notre constat par apport au premier palier d'évaluation, celui de la reconnaissance (affirmer connaître des éléments du corpus), nous a permis d'avancer les résultats suivants:

- Le niveau de connaissance des travailleurs sur site *est plus élevé* que celui des pratiquants occasionnels.
- *Les édifices culturels* sont les plus cités par les enquêtés et émergent comme des repères cognitifs du site.
- Les édifices patrimoniaux ouverts à la visite sont relativement plus cités (palais des Rais, palais khdaouedj) par les pratiquants

occasionnels que ceux affectés aux administrations, ce qui justifié par leur accessibilité et leur présence dans les médias.⁷

En termes d'information, il ressort des entretiens *une connaissance, relativement sommaire peu mobilisée ou alors de manière erronée.*

Cet état de fait est perceptible pour les deux catégories d'enquêtes dans la diversité des niveaux d'instruction.

Ces derniers avancent des informations inexactes ignorant par exemple les limites de la Casbah, ses phases d'évolution, ou peuvent associer des édifices à des époques largement ultérieures à leur périodes d'édification. (A titre d'exemple des enquêtés présentent les deux mosquées Sidi Ramdane et Djamaa El Kebir comme des constructions ottomanes.)

Cette méconnaissance est reportée par les enquêtés *au sentiment de ne pas avoir la culture **ad hoc** concernant le centre historique et que l'absence d'éléments informatifs sur site entrave la constitution d'un capital cognitif.*

« *il n'y a pas de renseignements sur l'histoire et la valeur de la Casbah, on vient, on repart plusieurs fois en se contentant de contempler avec les yeux c'est tout.* » (Hamid 35 ans pratiquant occasionnel du site.)

« *C'est dommage parce que c'est une ville qui recèle beaucoup d'éléments de patrimoine et très peu de gens ont la culture pour les connaître ou les comprendre. L'information est nécessaire pour tous les autres, pour qu'ils puissent y accéder.* » (Imen 45 ans pratiquante occasionnelle du site.)

- En exprimant leurs besoins, les enquêtés considèrent que *la signalétique est le dispositif informatif le plus opérant sur site pour la transmission de connaissances sur le centre historique d'Alger. La visite guidée est aussi citée comme un canal privilégié à cet objectif, particulièrement lorsqu'elle est portée pas les personnes originaires du quartier.*

- *Ex situ, l'internet est envisagé comme une voie importante pour diffuser et relayer l'information sur le centre historique.*

⁷ Le croisement des réponses des enquêtés montrent cependant que cette connaissance n'est pas toujours reliée à une contextualisation spatiale. Les pratiquants affichent leur incapacité de localiser le palais khedaouedj qui est enchevêtré dans le tissu médinal. Le palais des Rais est plus identifiable par sa position excentrée.

Les réseaux sociaux s'imposent pour leur part comme des supports influents et sont assimilés à une nouvelle *agora* où chaque citoyen, pourrait donner son avis, poster une photo, trouver ou diffuser une information... etc.

Conclusion

Au travers de l'analyse des entretiens nous pouvons avancer les résultats suivants.

L'appropriation cognitive du patrimoine bâti se révèle dans une configuration différenciée en fonction du profil des enquêtés et leurs expériences du lieu.

- Elle se construit en faveur d'une intériorisation cognitive par la familiarisation, la pratique ou l'usage d'un espace.

- Ce constat se vérifie dans une résolution optimum avec les résidents qui présentent une maîtrise cognitive du site. La transmission jouant à ce niveau le rôle d'un canal de compétence intergénérationnelle.

- Cette compétence sera plus variable avec les travailleurs qui investissent cognitivement des rayons d'espaces supports de leurs pratiques habituelles.

- En dehors de ces configurations, les données révèlent que les compétences cognitives des enquêtés sont insuffisantes et ce à tous les niveaux de leur expression.

- Cette défaillance de la compétence cognitive est reportée par les enquêtés à la déficience ou l'absence de dispositifs informatifs dans l'espace public.

- La médiation s'impose de ce fait comme un facteur opérant sur la construction d'une appropriation cognitive. Elle agira dans une interaction permanente entre le niveau de connaissance des enquêtés et les dispositifs mobilisés à des fins de compréhension et de lisibilité. L'objectif étant de permettre aux enquêtés d'attribuer une valeur à ce avec quoi ils sont en contact.

- La médiation *in situ* est citée comme la démarche la plus efficiente pour développer une connaissance sur le patrimoine bâti du centre historique. La signalétique émerge en faveur des réponses comme le dispositif le plus opérant à cet objectif.

Le processus d'appropriation cognitive est de fait **une construction binaire** qui repose sur deux facteurs :

I. En premier lieu la pratique du site. Cette dernière permet une interrelation avec le lieu qui s'apparente à une réception intime de l'espace par le sujet social. L'appropriation dans ce sens, se définit dans un processus d'accumulation expérientielle et relationnelle avec le lieu.

II. Le deuxième facteur est défini par la médiation qui intervient dans le processus d'appropriation par les compétences qu'elle développe chez le sujet social en termes d'interprétation et de construction de sens. Elle agit sur sa capacité non seulement acquérir les connaissances transmises mais à les raccrocher à sa propre expérience pour produire de la signification.

- Ce capital informatif optimise la maîtrise cognitive et spatiale du centre historique
- Dans cette logique, l'appropriation est considérée comme un processus sociocognitif qui est activé ou renforcé par la médiation dans l'objectif de réaliser la maîtrise d

BIBLIOGRAPHIE

- Blanchet, Alain et Gotman, Anne, 1992 *L'enquête et ses méthodes : l'entretien*, Nathan Université, Paris.
- Caune, Jean, 1999, *Pour une éthique de la médiation. Le sens des pratiques culturelles*, PUG.
- Bourouiba, Rachid, 1983, *L'art religieux musulman en Algérie*, SNED, Alger.
- Darra, Bernard, 2004, « Etudes des Conceptions de la Culture et de la Médiation », in Marie Thonon (Dir.) *Médiation Médiateur*, L'Harmattan / MEI, Paris, pp. 61-85.
- Davallon, Jean, 2004, « La communication en procès », in *Médiation et Information (MEI)*, n°19, pp. 37-58.
- Devoulx, A., 1870, « Les édifices religieux de l'ancien Alger », in *La Revue Africaine*, Edition Bastide, Alger, p. 226.
- Djermoune, Nadir & Oubouzar, Leila, 2011, « De l'orientalisme éclectique à l'abstraction moderne. Une lecture typologique des architectures algéroises des XIX^e et XX^e siècles », in Bacha Myriam (dir.), *Architectures au Maghreb (XIX^e-XX^e siècles). Réinvention du patrimoine*, Presses Universitaires François-Rabelais. Collection « Villes et Territoires ».
- Feinguai, Bruno, 2004, « Les modalités d'appropriation territoriale de l'espace urbain », in *Rupture Nouvelle série N°5, Mutation, défis en Afrique australe*, Publication de l'association rupture-Solidarité, pp. 244-255.
- Fischer, Gustave-Nicolas, 1992, *Psychologie Sociale de l'Environnement*, éditeur Privat, Toulouse.

- Fourquet-Courbet, Marie-Pierre, 1999, « Un siècle de théories de l'influence : histoire du procès des médias », in *Médiation et Information n°10, Histoire et Communication*, L'Harmattan, Paris, pp. 101-116.
- Godard, Olivier, 1990, « Environnement, modes de coordination et systèmes de légitimité : Analyse de la catégorie de patrimoine naturel », in *Revue économique*, n° 41, mars, pp. 215-241.
- Golvin, Lucien, 2003, *Palais et demeures d'Alger à la période ottomane*, Edition Inas, Alger.
- Jacobi, Daniel, Jeanneret, Yves, 2013, « Du panneau à la signalétique : lecture et médiations réciproques dans les musées », in Davallon, Jean, Gottesdiener, Hana, *Cultures et musées, hors-série, La Muséologie : 20 ans de recherches*, Association Publics et Musées, Université d'Avignon, Actes Sud, Arles, pp. 47-72.
- Lamizet, Bernard, 1999, *La médiation culturelle*, L'Harmattan, Paris.
- Mucchielli, Alex, 1996 « Pour des recherches en communication, *Communication et organisation* » [En ligne], 10 | mis en ligne le 26 mars 2012, consulté le 22 décembre 2019. URL : <http://journals.openedition.org/communicationorganisation/187>
- Paille, Pierre, Mucchielli, Alex, 2008, *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales*, Armand Colin, Paris.
- Passini, Romedi, 1984, *Wayfinding in architecture*, Van Nostrand Reinhold New York, Toronto.
- Passini, R. Shiels, 1987, G. & Canada. Travaux publics Canada. Services D'architecture et de Génie, « *S'orienter dans les édifices publics: une ligne directrice* », Travaux publics Canada. Services d'architecture et de génie. Technologie, Ottawa.
- Raffestin, Claude, 1980, *Pour une Géographie du pouvoir*, LITEC, Paris.
- Rautenberg, Michel, 2003, *La rupture patrimoniale*, édition A la croisée, Paris.
- Ripoll, Fabrice et Veschambre, Vincent, 2005, « Introduction », in *Norois*, n° 195, pp. 7-15.
- Serfaty-Garzon, Perla, 2003, « L'Appropriation », in Segaud, Marion, Brun, Jacques, Driant, Jean-Claude (dir), *Dictionnaire critique de l'habitat et du logement*, éditions Armand Colin, Paris, pp. 27-30.
- Stock, Mathis, 2003, « Pratiques des lieux, modes d'habiter, régimes d'habiter : Pour une analyse trilogique des dimensions spatiales des sociétés humaines », in: *Travaux de l'Institut Géographique de Reims*, vol. 29-30, n° 115-118, pp. 213-229.
- Stock, Mathis, 2007, « Théorie de l'habiter. Questionnements », in Thierry Paquot (éd.), *Habiter, le propre de l'humain. Villes, territoire et philosophie*. La Découverte, pp. 103-125.
- Veschambre, Vincent, 2008, *Traces et mémoires urbaines, enjeux sociaux de la patrimonialisation et de la démolition*, PUR.

<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/13>

**THE ROLE OF TOURISM IN THE STRUCTURAL DYNAMICS
OF AN ECONOMIC PROFILE.
CASE STUDY: BĂILE OLĂNEȘTI RESORT**

ANA-MARIA ROANGHEȘ-MUREANU¹, AMALIA MIHAELA OGLINDOIU²

Abstract

Over the past few years, there has been a growing interest in building a territorially balanced economic and social development. In certain areas, developing the basic local infrastructure and improving the existing services represent an essential part of any effort to help the region achieve its growth potential and to promote its durability. Balneary potential has often facilitated the economic development of certain towns in Romania. This has definitely been the case for the Băile Olănești Resort - a small town that has become famous due to its hydro-mineral potential, thus turning into an ever growing settlement, over the centuries.

In order to develop balneary tourism one must have, firstly, hydro-mineral resources and, secondly, an adequate set of material resources. The economics of the Băile Olănești Resort revolve around tourism and hotel services, with an aim to attract as many tourists as possible, on the one hand and to create jobs for the local population, on the other hand.

Keywords: *balneary tourism, mineral springs, positive impact, Getic Sub-Carpathians.*

1. Introduction

Tourism is one of the main components of international trade. Due to its multiplying effect, tourism engages other economic areas, whose evolution depends on tourism, among other things (such as constructions, transports, food industry, services, etc.). Thus, the role and impact that tourism – as a tertiary sector branch – can have on the economic development

¹ Faculty of Geography, University of Bucharest, E-mail: ana_mureanu@yahoo.com

² Faculty of Geography, University of Bucharest, E-mail: mihaelaoglindoiu@yahoo.com

of a region, require its inclusion among any local strategic objectives related to economic development.

Romania has a wide range of naturally therapeutic factors, such as: mineral waters, sapropel mud, gas emanations, etc. The large number of such factors as well as their territorial distribution are a result of the country's geographic position and geological structure. These have generated more than 150 Balneary Spa Resorts and numerous towns with beneficial therapeutic elements, spread across the entire country (Roangheș Mureanu 2012, p. 21).

When it comes to the use of concepts, there is a wide range of principles employed in balneary tourism such as thermalism (Stănciulescu, Lupu, Tigu 2000), balneo-therapy (Rouzade 1995), health tourism (Gartner, Williams 2000, Clifts, Page 1996, Dinu et al., 2011) or balneary spa therapy (Berlescu 1982).

If for Italians, Frenchmen and Spaniards, thermalism refers to the use of any kind of water for therapeutic purposes, including cold water, in Romania, specialists define thermalism as: *"the totality of all activities related to valorising and using hot mineral waters for healing purposes, on tourists coming to a thermal resort"* (Stănciulescu, Lupu, Tigu 2000, p. 177).

The term balneo-therapy also has different meanings in different geographic areas. In Romania, this designates the use of curative baths in certain treatments while, in France, it designates the use of running water (not mineral, thermal or seawater) for therapeutic purposes (Rouzade 1995).

The term "health tourism" has also been used over the past two decades. And once again, the meaning of this concept can also be diverse, representing everything from: *"caring for one's state of health using the country's natural resources, mainly mineral waters and the climate"* (IUOTO Publications 1983, p.32) to *"the free time spent away from home, when at least one of the objectives is to improve one's state of health"* (Clifts, Page 1996, p.199) or *"the spare time, recreational and educational activities carried out away from work or from home, the tourism products and services designed to help and allow clients to improve and maintain their health and wellbeing"* (Gartner and Williams 2000, p.165).

However, the most comprehensive term is the term of balneary-climatic-therapy, which implies: *"the use of an entire complex of natural factors: climate, balneary factors (mineral waters, salty lakes, saline areas, mud,*

therapeutic gases, beaches) existing in a resort or a balneary town, for prophylactic, curative or medical recovery purposes" (Berlescu 1982, p. 25).

Regardless of the terminology used, health tourism is conducted via balneary spa resorts. Currently, the institute in charge of carrying out and coordinating research activities in the field of balneary medicine is the National Institute for Recovery, Physical Medicine and Balneoclimatology.

In balneary tourism, researching the existing natural resources is essential for the development and promotion of a balneary resort. This way, one can promote information related to the therapeutic features of each mineral resource found, and their effects on the human body.

There can be no balneary tourism without natural therapeutic resources and an adequate treatment facility, that would allow the medical procedures to be conducted. Using thermal and mineral springs for health and treatment purposes has been a traditional practice since the ancient times (Badea and Rusenescu 1970).

The first, incipient forms of using the therapeutic features of various natural factors were thermal water baths. During the Greek-Roman era, certain scholars and healers used thermal-mineral waters to treat illnesses. The Ancient Homer was the first to praise the beneficial effects of bathing in thermal waters. In the times of Hippocrates – who is considered to be the founder of natural therapy, using thermal-mineral waters to treat various diseases - the Greeks believed that the Gods had blessed those waters with healing powers. Temples were built in Greece, around hot springs. The same happened in Northern Italy. Thus, some Gods were given names such as *Burbo* – the God of Mineral Springs or *Eschilbious* – the God of Health (Routh 1996, p. 553).

Besides, we must also mention the work titled: *"Mineral Waters and Climate Spa Resorts in Romania"* written by Doctor Al. Saabner Tuduri, known as "the father of Romanian balneology". In 1990 he stated, in his works that: *"those who drank the water... were healed. Besides, every year, on the 6th of August patients would come to this spring, which we now know that has a high iodine content."* (Pricăjan 1999, p. 16). In time, research works started taking various forms: either they referred to the mineral waters in a certain area or they focused on therapeutic gases or on therapeutic lakes or mud.

2. Case study: Băile Olănești Resort

Located in the central-northern part of the Getic Sub-Carpathians, the town of Băile Olănești lays on both sides of the Olănești Valley and its tributaries (such as Tisa, Valea Argelelor, Valea Adanca, Valea Cheii). It has a total surface of 16,834 ha, of which, 485 ha are located inside the built-up urban area and 16,349 ha are located outside the built-up urban area. With a surface of 164 square meters, the town itself comprises 8 different settlements: Olănești, Livadia, Comanca, Gurguiata, Cheia, Pietriș, Tisa, Mosoroasa.

The town of Băile Olănești shows the particular characteristics of a SubCarpathian area. These refer, on the one hand, to the natural resources discovered here and, on the other hand, to the existing traditions.

The first documented record of this town dates back to 1579, when the then ruler, Radu de la Afumați, consolidated the Deeds of Ownership held by Radu Goran, in Olănești. Old documents from 1760 mention the “healing waters” located in Băile Olănești on the estate held by Master (*in Romanian: Clucer*) Toma Olănescu, who also built the first bathroom there. That’s where the name Băile Olănești (*in translation: “the Olănești Baths”*) comes from (Catrina, Catrina 1982, p. 12).

However, the first actual research related to the chemical composition and the benefits of this water, were conducted in 1527. Over the following period of time, the chemical composition of the water was analysed periodically, by a series of well known specialists such as (Catrina, Catrina 1982, p. 12):

- 1830 – first tests made by dr. Karl Friedrich Siller.
- 1853-1854 – Petre Poenaru and later on, chemistry professor Alexe Marin.
- 1869 – Dr. chemist Bernath Leodway at Dr. Carol Davila’s suggestion.
- 1873 – The mineral water was sent to the Vienna Exhibition where it was granted the Gold Medal.
- 1922 – Dr. Knott – General Inspector of Mineral Water in Austria and professor Krizan from the Prague Chemical Institute allowed 22 sources of mineral water to be captured.
- 1966-1975 – research carried out by the Institute for Physical Medicine, Balneoclimatology and Medical Recovery in Bucharest.

- 2011, October 12 – Decision no. 1016 was issued, under which the town of Băile Olănești was declared a Balneary Spa Resort.

In terms of landforms, the town of Băile Olănești is located *“at the intersection between the Căpățânii – Cozia Mountains and the Sub-Carpathian hills, interrupted by the Călimănești – Jiblea and the Cheia Olănești Depressions.”* (Ielenicz et al., 2003, p. 16).

Geological composition is also crucial to the town’s evolution. According to certain renowned geologists (Popescu 1954, Alexandrescu 1956, Airinei 1959, Popovici 1959, Dragos 1953, 1955, etc.) the resort is located at the edge of the mountain, being part of a series of depressions (Călimănești – Căciulata, Băile Olănești, Bărbătești, Horezu, Bistrița, Pietrari, Costești).

Geologically speaking, the Olănești Basin has developed on a very diverse territory from a geological viewpoint. This structural, lithological and tectonic diversity has left a visible print on the region’s overall morphology. The area corresponds to a zone flooded during the upper cretaceous period.

“Geological works covering this zone mention the layout of the sedimentary formations, as layers, generally oriented from west to east, almost parallel to the edge of the mountains. This is also revealed by the layout of the main landforms, which are mainly conditioned by their petrography features.” (Dinu 1999, p. 36)

The hydro-mineral potential of this town has helped its development and the settlement was declared a Balneary Spa Resort in 2011. This is one of the largest Balneary Spa Resorts in Romania, being well known, both nationally and internationally, for the wide range of illnesses that it can treat and for the significant number of mineral springs used within it (more the 30 mineral sources).

3.Methodology

The growing interest in territorially balanced economic and social development, has led to certain surveys being conducted, to analyse the

various opportunities that the Local Councils had at their disposal and possible ways to turn such opportunities into practice. The purpose of this study is to analyse the economic profile of the Băile Olănești Resort (Figure 1).

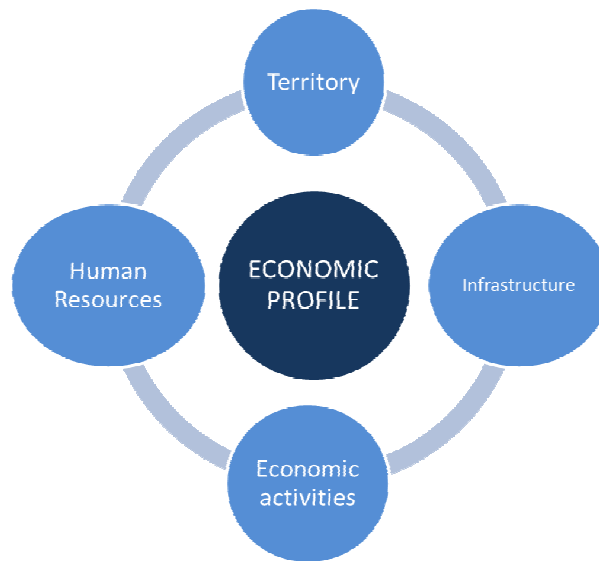


Fig. 1. A town's economic profile
(Source: Data processed from a study made by ASE, 2014)

Starting with the assumption that a town usually develops based on its strong points, a series of methods have been used to make this survey, such as: documentation from national publications related to the resort, international documents related to the impact tourism can have on economic development, access to an international database (Tempo online). The authors have analysed the relevant indicators providing information on the economic activities, the population, the territory and the natural resources of this area.

4. Results

The socio-economic development potential existing in the town of Băile Olănești has been analysed taking into account the four main

reference indicators: the territory, the population, the economic activity and the infrastructure (Figure 2).

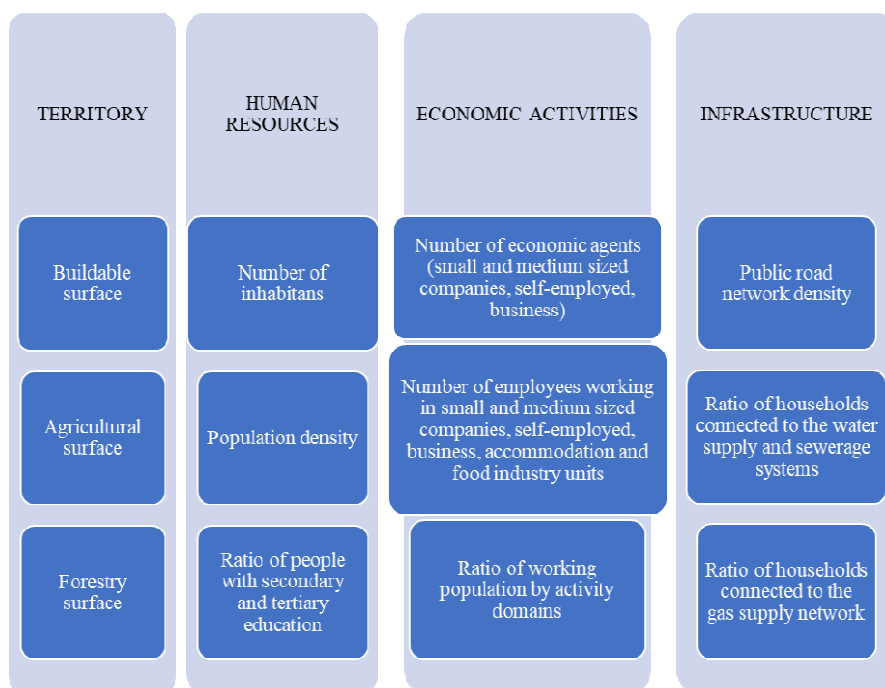


Fig. 2. A Town's socio-economic development potential and its indicators
(Source: Data processed from a study made by ASE, 2014)

Indicator 1. *The territory held by the town of Băile Olănești.* The total surface of the town measures more than 16,000 ha, split into: 97% located outside the built-up urban area and 3% located inside. The largest part of the land located outside the built-up urban area is made of forests (68%), although deforestation has started to gain space in the area lately. Agricultural lands make up approximately 16% of the town's terrain, being split into: orchards, pastures, meadows, arable lands. Pastures and meadows represent the largest part, of approximately 13% (Table 1, Figure 3).

Table 1
Surfaces of land existing in the town of Băile Olănești

		1992	2000	2016
	Total	16.434	16.434	16.434
A	Constructions	53	58	140
B	Agricultural (Ha)	3259	2626	2626
	Arable	118	136	136
	Pastures	1974	1826	1726
	Meadows	769	34	434
	Vineyards	1	-	-
	Orchards	397	230	330
C	Forests	12519	13417	13274
D	Lakes, ponds, rivers	138 ha	138 ha	138 ha
E	Unproductive lands	195 ha	195 ha	195 ha

(Source: INS data)

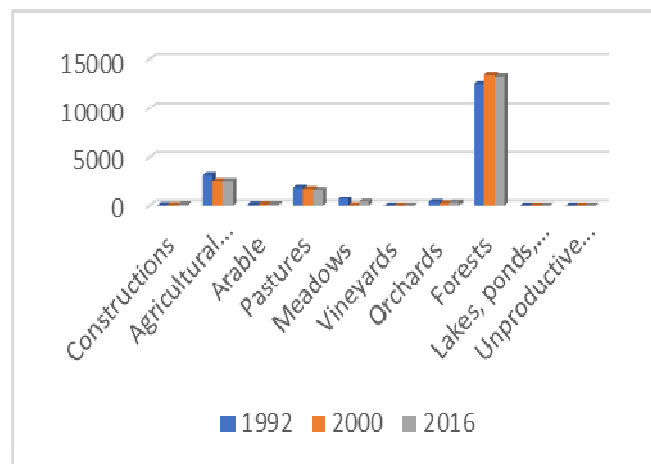


Fig. 3. Categorisation of land in the town of Băile Olănești
(Source: INS Data)

a. Built area. Construction and storage activities are carried out in small, adequately equipped units. The built surface has been continuously growing, doubling from 1992 to 2016.

These construction works have been done both on the local population's dwellings and on public institutions such as: City Halls, schools, kindergartens, medical clinics, police precincts, post offices, banks, accommodation units, treatment facilities, public alimentation structures (restaurants, terraces), etc.

According to the data made available by INS, in 1992, the built surface measured 53 ha, in 2000, that grew to 58 ha and, in 2016, the built surface reached 140 ha.

b. Agricultural surface. Since 2000, the town of Băile Olănești has been holding 2626 ha of agricultural land; this includes pastures and meadows (86%) on the one hand and orchards and arable lands (14%) on the other hand.

Pastures and meadows are ranked first in this hierarchy, with a total surface of 2260 ha, followed by orchards, with 230 ha (9%) and arable lands, with 136 ha (5%).

In these orchards, there are usually apple trees, plum trees and sour cherry trees and, although their surface is decreasing their production is growing (Tables 2, 3).

Table 2

**Distribution of surfaces
and quantities occupied
by orchards in Băile Olănești**

	Quantity – tons	Surface – ha
1992	144	397
2000	428	330
2016	1682	230

(Processed INS data)

Table 3

**Distribution of surfaces
and quantities occupied
by arable lands in Băile Olănești**

	Quantity – tons	Surface – ha
1992	245	118
2000	252	136
2016	84	136

(Processed INS data)

c. Forestry surface. The Forestry land existing in the town of Băile Olănești had a surface of 13,274 ha in 2016, slightly higher than the surface recorded in 1989, i.e. 12,841 ha.

Out of this total surface of forestry land, recorded in 2016, 46% was state-owned (i.e. 6110 ha), while the remaining 54% (or 7164 ha) was under private property. Regardless of their type of ownership, forestry lands are considered national interest assets.

According to some surveys made by Rădoi Traian, holder of a PhD in Biology, there is a wide range of vegetation in the town of Băile Olănești. This is due to the town's geo-morphological position, at the junction point between two landform levels: hills and mountains.

On the higher crests located in the western part of the town, there are bushes (mountain pines, juniper, bilberry, mountain cranberry tree, *Rhododendron kotschyi*, etc.) and pastures (covered in alpine bellflowers, Breckland thyme, *Dianthus tenuifolius*, etc.)

At altitudes between 130 and 1,700 m, the predominant vegetation is made of fir and spruce forests, as well as bellflowers, wild lilies, fern, creeping buttercup, etc.

Between 300 and 1,494 m, beech, sycamore, elm, ash, birch and sessile forests are all well represented. Among the plants growing there, we can mention the Crown Imperial, the *Corydalis cava*, the Cowslip, the Common comfrey, the Snowdrop, the Greater celandine, etc.

d. *Surface occupied by ponds, rivers and lakes.* These cover a surface of 138 ha, representing 0.84% of the total surface of land.

e. *There is also a significant surface of unproductive land* (195 ha), representing approximately 1.2% of the total surface of land. These are mainly precipices, cliffs, ravines, etc.

Indicator 2. Human Capital. The human capital is the most important resource of a society, being a decisive factor in the economic development process of a town (Stănciulescu, Lupu, Țigu 2000). The population is both the consumer and the beneficiary of such development.

By analysing its human potential, one can draw up an overall characterisation of a community, as the locals are both the consumers and the workforce in a certain area.

The number of inhabitants has been decreasing over time (Figure 4). According to the INS statistics, the overall population in the area, has

shirked by 7 percent, due to various reasons: higher number of deaths, lower birth rate, more population mobility, towards other, larger urban centres.

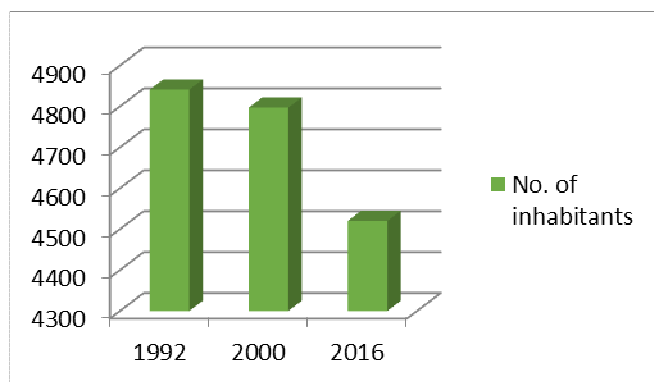


Fig. 4. Evolution of the number of inhabitants living in the town of Băile Olănești
(Source: INS statistical data)

Indicator 3. Economic activity. The resort's economic activity revolves around the use of the town's balneo-tourism potential.

Tourism ranks first in this hierarchy, comprising hotel services, public alimentation services in tourism and medical assistance. "*Balneary tourism... is particularly important, both for the development of the resorts practicing it and for the economic development of the entire region*" (Roanghes-Mureanu, Tudoricu 2014, p.112). The Băile Olănești Resort, in Valcea County, is ranked first among the Balneary Spa Resorts in Romania, in terms of: number of springs, their total daily debit, the variety of their composition and the concentration of their mineral water (Roanghes-Mureanu, Tudoricu 2014, p. 112).

There are more than 35 hydro-mineral sources within the resort's premises, either natural springs or springs created artificially by way of drilling and mining activities (wells and galleries). There are 17 mineral springs (number 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 24, 30) captured to be used in internal therapies (crenotherapy); another set of three hydro-thermal sources (mineral springs no. 3bis, 4 and 27) can also be used for internal cures (Roanghes-Mureanu Ana 2012, p. 176). Besides, there are other ten hydro-mineral sources, which have not been captured

yet, but they might have the potential to be used in internal cures; these are springs no. 6, 20, 21, 22, 23, 26, 28, 29 and 31 (Figure 5).

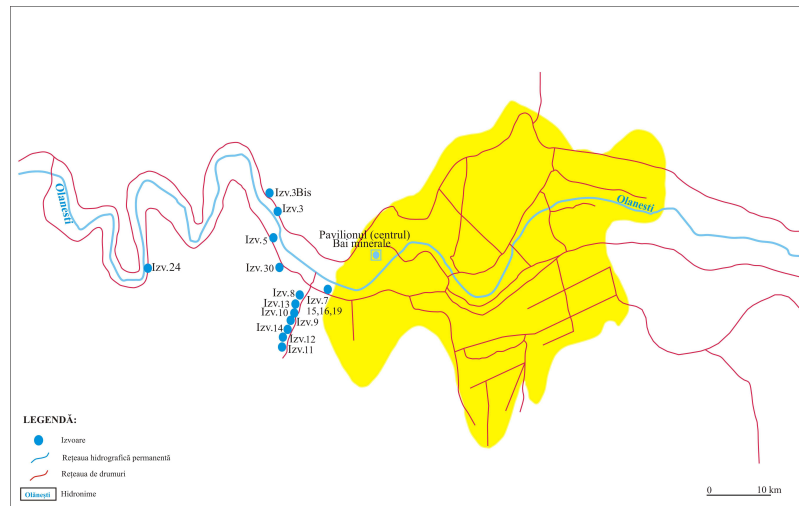


Fig. 5. Distribution of hydro-mineral sources across the Băile Olănești Resort
(Source: Roangheș-Mureanu Ana, 2012)

Two mineral springs (number 1 and number 2) are used for external cures (bathing) along with four probes: Number 1-IBF, number 2-IMFBRM, number 1001-ISEM and number 2-ISEM (Pricajan 1999).

An analysis of tourist circulation in the town of Băile Olănești, between 1992 and 2016, can be made using the number of accommodation facilities, the number of places available in such facilities, the number of people arriving and the number of nights spent in these facilities.

Table 4

Analysis of the number of accommodation facilities and the number of places available in such facilities in the town of Băile Olănești

	1992	2000	2016
Number of facilities	27	17	37
Number of places	2199	2076	2622
Number of arrivals	-	32.901	38.231
Number of nights	-	432.858	314.873

(Source: processed INS data)

A detailed analysis reveals a fluctuating curve when it comes to the number of accommodation facilities available in the area; this number dropped from 27 units (1992) to 17 units (2000). This was due to the retrocession operations made after 1990, and the fact that all the existing accommodation facilities became private properties. In 2016, the number of accommodation facilities grew continuously, reaching 37 units. The number of places available in these facilities went through the same fluctuating curve. On the same time, the number of tourists arriving in town grew while the number of nights spent there, went down.

As the touristic demand for this resort has always been high, the touristic services could be developed and diversified. The other economy branches - industry and agriculture – play a less significant role in this area (Figure 6).

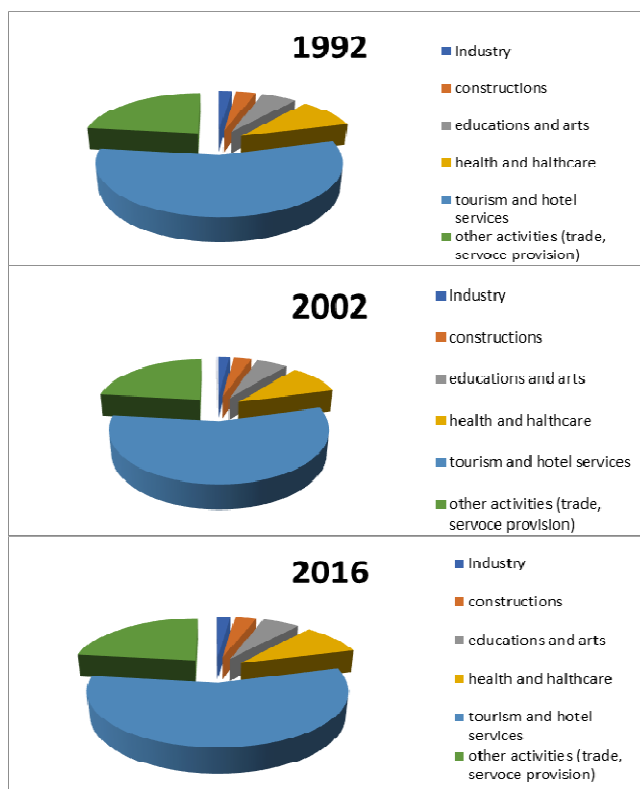


Fig. 6. Evolution of the number of employees per activity in the town of Băile Olănești (1992, 2000, 2017)
Source: Processed INS data

The main economic functions (in order of their importance) are: tourism and hotel services, trade and service provision, health and healthcare. Out of a total number of 950 economic agents existing in this town, 38% operate in the field of tourism and hotel services, 8% in the field of restaurants and public alimentation, 18% in the field of health and healthcare and the remaining 36% in other fields.

When analysing the number of employees, the statistical data reveals a fluctuating curve, with its peak in 2000, when the total number of employees reached 1687 people, according to the statistical data provided by INS, followed by a drop, all the way to 2016. This was due to seasonal working (Figure 7).

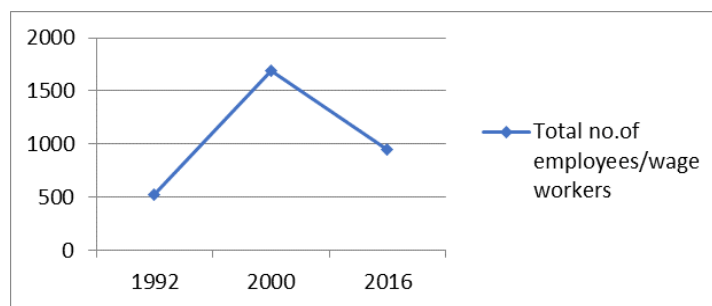


Fig. 7. Evolution of the number of employees in Băile Olănești
(Source: processed INS data)

There was a significant increase in the number of employees working in tourism, in 2000 – from 25% (in 1992) to 48% (in 2000) and then, to 56% (in 2016).

From a turnover perspective, in 2016, tourism made up more than 65% of the turnover recorded in the entire town (more than 100 million lei) and its profit was more than 20 million lei (representing over 50% of the entire town's profit).

On the other hand, the unemployment rate decreased, from 124 people in 2010 to 97 people in 2016. There are no clear statistics available on this evolution, before 2010.

The other economy branches – industry and agriculture – played a smaller role.

Indicator 4. *Infrastructure* also plays an important role in the analysis of a town, especially if we are talking about a tourist resort. The town of Băile Olănești can be accessed as follows:

- Bucharest – Râmnicu Vâlcea – Băile Olănești: E 81 – National Road 64A
- Sibiu – Râmnicu Vâlcea – Băile Olănești: E 81 – National Road 64A
- Tg. Jiu – Râmnicu Vâlcea – Băile Olănești: National Road 81 – National Road 64A
- Drăgășani – Râmnicu Vâlcea – Băile Olănești: National Road 64 – National Road 64A

There is also a set of local, secondary roads (village paths) making the connection between the public roads mentioned above and the other settlements making up the town of Băile Olănești.

There are no railways available in the area and, unfortunately, there is no way to connect the zone to the national railway network.

The water supply system which has been in place since 1958, was constructed around a water treatment plant located in the northern part of the town. The system takes its water from the over ground water sources available in the area, i.e. the Olănești River and its tributary Răpuroasa. The villages of Comanca and Pietrisu, have their own, individual water supply system; it collects water from several underground springs and stores it into a tank, before distributing it gravitationally. The total length of the drinking water distribution network was 21.4 km in 1992 and 20.6 km in 2016.

The sewerage system is only functional in Olănești and Livadia. A wastewater treatment plant, that works at reduced capacity (up to 30% of its full power) cleans the wastewater by way of mechanic purification, before discharging it into the Olănești river (Economic-social development strategy drawn up for the town of Băile Olănești, for 2014-2020). As for the total length of the sewerage ducts, it was 0.2 km in 1992 and 27.1 km in 2016.

The electricity supply comes from two sources: P.A. Ostroveni and the Vâlcea Nord Transformation Plant. There are 3 energy conversion facilities in Olănești, 8 in Livadia, 2 in Cheia, 1 in Tisa and 1 in Pietrisu. The villages of Comanca and Mosoroasa are not connected to the electric grid.

Heating is provided locally, with wood burning stoves. Apart from that, there are also two heating plans, that provide heating to the households in the area and to some of the public buildings existing there.

The gas supply system has been under construction since 2010, with the consumption growing constantly, from 71 cubic meters, in 2010 to 1352 cubic meters in 2016. As for the total length of the gas distribution pipes, in 2010, there were 22.7 km of pipes in the town of Băile Olănești while, in 2016, this length grew to 30.2 km (INS data).

Conclusions

This study focused on analysing the main economic indicators in the studied field. Our data revealed the share of each economic sector, based on the minimum and maximum values recorded during the analysed period.

The results obtained are useful in revealing the economic fluctuations recorded in the area and in identifying the activities that triggered growths and decreases in the local economy. The graphs are a representation of the reality surrounding each economic element found in the analysed town; each such element has both a representation of its activity and one of its evolution in time. Although forestry and agricultural lands occupy the largest part of the town, tourism activities are the ones that produce the best results. This is proven by the higher number of employees working in this field (over 50%) followed by other activities such as services, trade (slightly over 23%) and health and healthcare (over 9%).

All these results underline how important tourism is for this town, especially for its local economy; on the same time, they can also be seen as a suggestion on how to reinvigorate/ refresh the issues that are still unresolved (infrastructure, marketing programmes, etc.) in the event of economic instability.

Starting from the existing natural resources and taking into account the existing tourism infrastructure, it is essential to support a balanced social and economic development both in the town of Băile Olănești and in the surrounding region.

One crucial step in supporting the economic development of this town, is the improvement of its infrastructure and its business environment, in view of generating economic growth; this step should be taken in a research, development and innovation environment designed to find the

best use for the natural and human resources existing in the area, in order to properly fructify the opportunities created by Romania's accession to the EU.

BIBLIOGRAPHY

- Badea, L. Rusenescu, Constanța, 1970, *Județul Vâlcea*, București, Editura Academiei.
- Berlescu, Elena, 1982, *Dicționar enciclopedic medical de balneologie a României*, București, Editura Științifică și Enciclopedică.
- Catrina, S.C., Catrina, Veronica, 1982, *Băile Olănești – izvor de sănătate*, Iași, Editura Junimea.
- Clift, S., Page, J., 1996, *'Health and international tourist'*, Routledge, London and New York.
- Dinu, Mihaela, 1999, *Subcarpații dintre Topolog și Bistrița Vâlcii*, București, Edit. Academiei Române.
- Dinu, Mihaela, Zbucnea, A., Cioacă, A., 2011, 'Health care tourism in Romania: main features and trends', *Journal of Tourism Challenges and Trends*, vol 4, no. 2, pp. 9-34.
- Gartner, W., Williams, D., 2000, 'Trends in outdoor recreation, leisure and tourism', *CAB Publishing*, Wallingford, Oxon, UK.
- Ielenicz, M., Pătru, Ileana, Ghincea, Mioara, 2003, *Subcarpații României*, București, Editura Universitară.
- Pricăjan, A., 1999, *Din trecutul balnear al României*, București, Editura Științifică.
- Roangheș-Mureanu, Ana-Maria, 2012, *Turismul balnear și climacteric. Subcarpații Vâlcii*, București, Editura Universitară.
- Roangheș-Mureanu, Ana-Maria, Tudoricu, Anca, 2014, 'Development opportunities for spa tourism in Valcea Subcarpathians: Towards a single european market', *Journal of Studies and Research in Human Geography*, vol. 8, 2, pp. 111-123.
- Routh, H., 1996, 'Balneology mineral water and spas in historical perspective', *Clinics in Dermatologie*, vol. 14, pp. 551-554.
- Rouzade, G., 1995, 'Le rayonnement de la thalassothérapie dans le monde', *Espaces tourisme & loisirs in cahiers*, vol. 43, pp. 123-128.
- Stănculescu, Gabriela, Lupu, N., Țigu, Gabriela, 2000, *Dicționar poliglot explicativ de termeni utilizați în turism*, București, Editura All.
- *** (1980), *Județele Patriei. Vâlcea. Monografia*, București, Editura Sport-Turism, pg. 319.
- *** (1983), *The International Union for Official Tourism Organisation (IUOTO)*, *IUOTO Publications*, Geneva, Switzerland.
- *** *Strategia de dezvoltare economico-socială a orașului Băile Olănești – Județul Vâlcea, 2014-2020*, <http://www.primariabaileolanesti.ro/uploaded/STRATEGIA%20Baile%20Olanesti.pdf>
- *** *Studiu privind stabilirea potențialului socio-economic de dezvoltare al zonelor rurale*, Studiu realizat de ASE (2014-2020).
- *** National Institute of Statistics, <http://statistici.insse.ro:8077/tempo-online/#/pages/tables/insse-table>

<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/14>

CENTENAR "GEOGRAPHIA NAPOCENSIS" – SEMNIFICAȚIE NAȚIONALĂ –

FLORINA GRECU¹

Rezumat

Unirea Transilvaniei cu Regatul României – Marea Unire de la 1 Decembrie 1918 – are pentru geografie ca știință o semnificație specială, ce rezidă în preocupările tematice și instructiv-educative ale acestei științe, circumscrise, după Unire, unui teritoriu întregit ca suprafață și evident cu o "zestre" geografică, culturală și socio-economică particulară. Una dintre primele și cele mai importante măsuri de integrare în noul stat România a fost învățământul și educația în cadrul universităților. Lucrarea reliefează rolul pe care l-a avut/îl are școala clujeană în diseminarea rezultatelor dobândite în cadrul altor centre universitare din țară, în special în București.

Cuvinte cheie: Marea Unire, învățământ geografic, Vâlsan, Martonne, Morariu, Cluj, București.

"Geographia Napocensis" – l'importance nationale

Résumé

Quant à la géographie en tant que science, l'Union de la Transylvanie avec le Royaume de la Roumanie – la Grande Union du 1^{er} Décembre 1918 – a une signification spéciale, résidant des préoccupations thématiques et éducatives de cette science, circonscrite, après l'Union à un territoire réuni comme superficie et évidemment avec un héritage géographique, culturel et socio-économique particulier. L'une des premières et des plus importantes mesures d'intégration dans le nouvel État roumain a été l'éducation au sein des universités. L'article présente le rôle joué par l'école de Cluj dans la diffusion des résultats obtenus dans d'autres centres universitaires du pays, comme Bucarest.

Mots clés : Grand Union, l'école géographique, Vâlsan, Martonne, Morariu, Cluj, Bucarest.

¹ Universitatea din București, Facultatea de Geografie, Departamentul de Geomorfologie, Pedologie, Geomatică. E-mail: florinagrecu@yahoo.com ; grecu@geo.unibuc.ro

Unirea Transilvaniei cu Regatul României de la 1 decembrie 1918 are pentru geografie o importanță specială atât pentru sistemul educațional cât și pentru cercetarea unui teritoriu vast, cu semnificație geografică și economico-socială speciale. Unirea provinciilor românești a fost exprimată de George Vâlsan în diferite lucrări, parte dintre ele fiind publicate în *Lucrările Institutului de Geografie al Universității din Cluj (LIGUC)*, înființat și organizat de Vâlsan. În prefața la vol. I (1922, apărut însă în 1924), Vâlsan trasează în linii mari obiectivele cercetării geografice asupra Transilvaniei române, astfel: *“ Scopul esențial al acestor publicațiuni este de a face cunoscută, din punct de vedere al geografiei moderne, România și îndeosebi partea României din Apusul Carpaților. Ne vom sili să ajungem la acest scop pe două căi: adunând alături de observațiunile culese pe teren, tot materialul de oarecare importanță geografică răspândit îndeosebi în cărți și periodice, și publicând lucrări asupra chestiunilor privitoare la geografia țării noastre ”* (Vâlsan 1924, pVIII). Analiza acestui text pune în evidență ceea ce de multe ori în zilele noastre se consideră a fi de mai mică importanță, dar care au fost și vor fi esențiale pentru un cercetător geograf, și anume culegerea informațiilor din teren, respectul față de înaintași și literatura de specialitate, inclusiv obligația de a folosi ce au scris înaintașii. Această expunere și trasare a priorităților în cercetarea geografică se face în contextul înființării învățământului geografic în limba română la Cluj. Se explică astfel atașamentul geografilor din Transilvania, în deceniile imediat următoare (parțial și mai târziu) pentru teme ce oglindesc realitatea geoistorică a Transilvaniei. Pentru Vâlsan formarea conștiinței naționale, punerea în valoare a potențelor geografiei în acest scop, a constituit o constantă în perioada transilvană a vieții sale (1919-1929). Prelegerea inaugurală a cursului de geografie este dedicată acestei idei. Pentru Vâlsan sentimentul de apartenență națională, care-l include și pe cel etnic, este *“misterios, subtil și puternic... Uneori îți vine să spui mai curând o “subconstiență”.*” O formă complexă cu mult subconștient dar care se alimentează cu elemente conștiente, asimilate până la prefacerea lor în părți integrate ale sufletului național *“(Opere alese p. 596, citat de Grecu în Geografia și conștiința națională, Academica anul II, noiembrie 1991). (Este ceea ce numim azi “mentalul geografic”, “spațiul mental”, spiritual (dezvoltat în această formă actuală tot de școala clujeană).*

Primul an universitar la Cluj se deschide chiar în 1919. Întemeietorul și organizatorul școlii geografice clujene, George Vâlsan, se remarcă ca unul dintre cei mai activi, cei mai destoinici și harnici printre universitarii clujeni, așa cum se consemnează în mărturiile vremii: *"Dintre profesorii chemați din Țara Veche, unii, ca geograful Vâlsan, au dezvoltat în Transilvania cea mai strălucită activitate"* (Onisifor Ghibu, 1939, p. 29 citat de Grigor Pop 2007), remarcându-se ca *"una dintre cele mai luminoase minți ale culturii românești"* (Victor Tufescu 1985, p. 6). **Efectele acestei activități nu s-au stins nici azi, datorită generațiilor care au urmat, în special celor pregătiți direct de George Vâlsan și Emmanuel de Martonne, sau celor formați la Universitatea din Cluj.**

Lecția inaugurală a cursului de geografie de la Universitatea din Cluj din 19 noiembrie 1919 este dedicată rolului pe care îl are geografia în formarea conștiinței naționale. Caracterul modern al geografiei este magistral redat însă cațiva ani mai târziu, în lecția inaugurală la deschiderea cursului său de la Catedra de Geografie fizică de la Universitatea din București din 23 ianuarie 1930, catedră înființată de George Vâlsan (titlul lecției, *"Sensul geografiei moderne"*). Prin organizarea învățământului geografic, inclusiv prin contribuția la legea învățământului, Vâlsan pune învățământul geografic în rosturile sale, cum afirma mai târziu Tiberiu Morariu.

Emmanuel de Martonne (1873-1955), autor a două teze de doctorat despre teritorii din România (*La Valachie* 1902 și *Recherches sur l'évolution morphologique des Alpes de Transylvanie (Karpates méridionales)* 1907), a fost un susținător direct al Unirii Transilvaniei cu România atât prin cercetări geografice, istorice, demografice, etnice, cât și în calitate de secretar și membru în comisii la Conferința de pace de la Paris (1919). El a rămas până la moarte prieten al geografilor și al poporului român, susținând cu diverse ocazii aspirațiile acestora.

Tiberiu Morariu (1905-1982) este cel mai de seamă discipol al lui Vâlsan (1885-1935) și cel mai reprezentativ geograf al școlii clujene, remarcabilă personalitate a clasicilor geografiei românești. El a afirmat permanent rolul magiștrilor/profesorilor săi în instruirea și formarea sa profesională, recunoscând și mai târziu că.. *"un rol deosebit în formația mea științifică l-a avut Emm. de Martonne, un mare cunoscător al pământului românesc..., împreună cu profesorul George Vâlsan au pus bazele învățământului geografic la Universitatea din Cluj, în 1921"* (Tiberiu Morariu, 1979, Titluri

și lucrări 1928-1979, p. I). Prin funcțiile administrative și didactice, dar mai ales prin conducerea unui număr impresionant de teze de doctorat începând din 1947 ale cadrelor didactice și cercetătorilor din universități din întreaga țară (60 de teze, publicate 25 până în 1979), profesorul Morariu a contribuit direct la dezvoltarea învățământului în România "...Pot afirma, spune Tiberiu Morariu, că nu există centre universitare sau de cercetare din țară, unde să nu activeze un elev sau un doctorand de al meu" (*op. cit.*, p. VI).

Se remarcă în acest sens centrul universitar din București, nu numai prin număr (circa 25 până în 1979) ci și prin tematica de pionierat și permanent actuală, în domeniile:

- *geografie fizică* (în total 19 teze), din care
- 12 teze de *geomorfologie și pedologie*: Țara Lăpușului de Grigore Posea, Subcarpații dintre Gilort și Cerna Oltețului de Lucian Badea; Morfologia carstică de Bleahu Marcian; Formațiuni pedogenetice în Dobrogea Centrală și de Sud de Conea Ana; Depresiunea Brașov de Iancu Mihai; Munții Parâng de Iancu Silvia; Depresiunea Petroșani de Lupu Silvia; Masivul Bucegi de Velcea Valeria; Munții Semenic de Grigore Mihai; Piemontul Căndești de Paraschiv D.; Subcarpații Olteniei dintre Motru și Gilort de Roșu Alexandru;
- șapte teze de *climatologie și hidrologie*: Clima orașului București de Dumitrescu Elena; Lacurile din R.P.R. de Gâștescu Petre; Clima Olteniei deluroase de Neamu Gheorghe; Lacurile glaciare din Carpații Meridionali de Pișota Ion; Bazinul hidrografic al Crișului Repede de Posea Aurora; Hidrografia Munților Sebeș de Trușă Valer; Particularități morfometrice ale rețelei hidrografice din bazinul Ialomița de Zăvoianu Ion;
- *geografie umană/urbană* (trei teze – Orașul Sibiu de Caloianu Nicolae; Orașul Brașov de Panait Ludmila; Geografia populației Dobrogei de Atena Herbst Rădoi);
- *geografie economică* (două teze- industria municipiului București de Herbst Constantin; Delta Dunării de Popovici Ioan);
- *geografie fizică și economică* (o teză-Țara Oașului de Ion Velcea).

Profesorul Grigore Posea dă acestei contribuții și o altă calitate de necontestat, spunând că "geografia românească a "suferit" și o puternică unificare" (Gr. Posea 2003, p. 29, *subl. n*). Fără Tiberiu Morariu geografia românească ar fi azi mai săracă în realizări, în plus continuitatea dintre

cercetările efectuate de înaintași și cele ulterioare, care de fapt asigură progresul, s-ar fi făcut cu mari lacune (F. Grecu 2003).

Doctoranzi ai Profesorului Tiberiu Morariu, educați în spiritul unei bune însușiri teoretice și practice a cunoștințelor geografice, al exigenței în respectarea adevărului științific, al dragostei de neam și țară, au fost și profesorii generației noastre față de care am avut și avem un adânc respect. Putem afirma că mare număr dintre geografii de mai târziu, mai ales din a doua jumătate a secolului trecut, datorează Profesorului Morariu reușitele și performanțele lor geografice.

Doctoranzi ai Universității din Cluj se regăsesc apoi la marile universități din țară devenind creatori de școală atât în București, cât și în Iași, Timișoara, Oradea, Suceava sau alte centre de învățământ și de cercetare.

Prin numărul specialiștilor din centrul universitar București care au susținut teza la Profesorul Tiberiu Morariu (25), prin activitatea și rolul lor în dezvoltarea științei geografice, Bucureștiul se detașează net, putând fi considerat o creație a Profesorului Tiberiu Morariu. Mult timp Bucureștiul a fost strâns legat de Cluj mai ales în domenii ale geografiei fizice.

S-a format și dezvoltat la Cluj un spirit, o atmosferă, o "magie" care ne-a vrăjit pe mulți dintre noi, legându-ne de geografia de la Cluj mai mult decât de oricare altă universitate din țară. Am simțit întotdeauna o apropiere sufletească de acest spirit nu numai prin apropierea locului copilăriei mele, dar mai ales prin îndrumarea dată cu multă căldură în cunoașterea geografiei Transilvaniei. Biblioteca facultății, laboratorul și biroul Profesorului Tiberiu Morariu îmi deveniseră obișnuință în cercetarea literaturii transilvane, necesară elaborării tezei mele de doctorat, iar simpozioanele au fost pentru mine adevărate școli de formare. Adaug aici și deschiderea către lumea științifică internațională realizată cu și prin colegii din Cluj.

Școala clujeană de geografie nu se rezumă la învățământul universitar. Ea include învățământul preuniversitar, care asigură de altfel funcționarea unui sistem de învățământ și educație bazat pe realitatea teritorială și cea istorică a Transilvaniei.

Prin tot ce s-a creat la Cluj de-a lungul timpului, școala clujeană ne-a demonstrat că geografia fizică se continuă în și cu geografia economică în care principalul liant este OMUL, geografia umană; ne-a demonstrat că asimilarea noului se bazează pe respectarea tradițiilor, respectarea

înaintașilor; ne-a demonstrat că spiritul și atitudinea academică sunt valori necuantificabile, nenegociabile și obligatorii în relațiile interumane și interuniversitare.

Iată de ce, pe scurt, sunt onorată pentru prezența mea la această **unică** aniversare, mulțumind pentru invitație. Transmit colegilor din acest centru universitar să aibă parte de aceleași aprecieri și peste veacuri. Este dovada că ceea ce dăinuie sunt realizările spirituale, contribuțiile noastre la modelarea Umanității.

Adăugând la aceste gânduri dragostea față de locurile natale transilvane, “mentalul geografic” sau “spațiul mental”, înțelegem mai bine spiritul transilvan al trăirii actului Marii Uniri, atașamentul meu față de tot ce înseamnă Transilvania, în care se include și înființarea învățământului geografic de la Cluj.

BIBLIOGRAFIE

- Grecu, Florina (2000), *Morariu Tiberiu*, în vol. *Geografi români*, Coord. Sorina Vlad, Editura Semne, pp. 236-243.
- Grecu, Florina (2000), *Vâlsan George*, în vol. *Geografi români*, Coord. Sorina Vlad, Editura Semne, pp. 394-401.
- Grecu, Florina (2003), *Profesorul Tiberiu Morariu și ideea de progres*, în vol. *Tiberiu Morariu. Magistrul școlii geografice clujene*, pp. 48-53.
- Grecu, Florina (2004), *George Vâlsan – Clasic al științei și culturii românești (21 ianuarie 1885 – 6 august 1935)*, în vol. *Volum omagial. George Vâlsan* Editura Universitară, București, pp. 12-18.
- Grecu, Florina (2018), *La Grande Union – la signification géographique pour la Roumanie*, *Analele Universității București, Géographie*, LXVII, pp. 5-8.
- de Martonne, Emm. (1985), *Lucrări geografice despre România*, sub îngrijirea V. Tufescu, Gh. Niculescu, Ș. Dragomirescu, Editura Academiei, București, 254 p.
- Morariu, Tiberiu (1979), *Titluri și lucrări 1928-1979*, Litografiat, Cluj-Napoca, 58 p., pp. I-XIX.
- Pop, P. Grigor (2007), *Școala geografică clujeană 1919-2007*, Presa Universitară Clujeană, 234 p.
- Posea, Gr. (1980), *Profesorul Tiberiu Morariu la a 75-a aniversare*, Studii și cercetări de geologie, geofizică, geografie, *Geografie*, t. XXVII, nr. 2, pp. 343-345.
- Posea, Gr. (2003), *Gânduri și amintiri despre profesorul Tiberiu Morariu*, în vol. *Tiberiu Morariu. Magistrul școlii geografice clujene*, Ed. Pompei Cocean, Presa Universitară Clujeană, pp. 29-32.
- Tufescu, V. (1985), *Centenar George Vâlsan*, Studii și cercetări de geologie, geofizică, geografie, *Geografie*, t. XXXII, pp. 3-7.

Universitatea Babeș-Bolyai (2003), *Tiberiu Morariu. Magistrul școlii geografice clujene*, Editor Pompei Cocean, Editura Presa Universitară Clujeană, 168 p.

Universitatea din București (2004), *Volum omagial. George Vâlsan*, Colegiu director Ielenicz Mihai, Grigore Mihail, Grecu Florina, Editura Universitară, București, 256 p.



a)

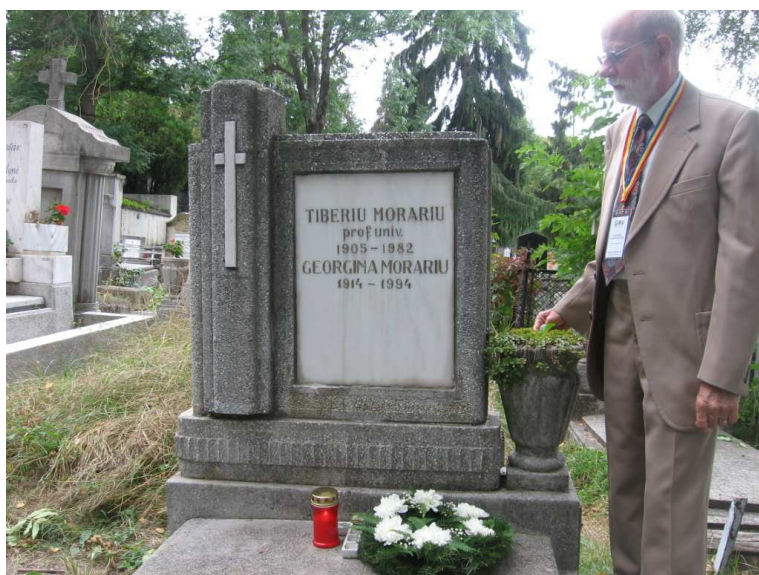


b)

Aspecte de la Centenar: a) – în Aula Universității Babeș-Bolyai;
b) – în curtea Facultății de Geografie la dezvelirea bustului Emm. de Martonne



Bustul lui Emm. de Martonne în fața Facultății de Geografie
(expus în 3 oct. 2019)



În an Centenar un gând de recunoștință Profesorului Tiberiu Morariu

<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/15>

3rd Agriculture and Climate Change Conference
24-26 March 2019, Budapest, Hungary

Maintaining crop production in the context of a growing population and a climate change phenomena is the greatest challenge for the humanity. The 3rd Agriculture and Climate Change Conference, organized by Elsevier Ltd to Novotel Hotel, Budapest, Hungary, focused on the impact of climate change on crop production and on the approaches to maintain and increase crop productivity into the future.

The Conference Chairs were **Professor David Edwards** (*University of Western Australia, Australia*) and **Professor Rodomiro Ortiz** (*Swedish University of Agricultural Sciences*). Local co-chair was **Professor Zsuzsanna Kolbert**, *University of Szeged, Hungary*.

The conference topics were: Modelling climate change and its application to agriculture; Climate change and increased agricultural uncertainty; Abiotic stress; Effects of CO₂ on plant growth; Impacts of climate change on nutrition, quality and resource use efficiency; Plant-microbe interactions and climate change; Innovative breeding practices; New crops for a new climate.

Keynote speakers, chairs and speakers included internationally recognized professors and researchers in climate change, biology, food security, cropping systems, plant pathology, plant genetics, environment: Senthil Asseng, *University of Florida, USA*; Sinda Ben Mariem *Agrobiotechnology Institute, Spain*; Michael Dingkuhn *CIRAD, French Agricultural Research Centre for International Development, France*; Dave Gustafson *International Life Sciences Institute Research Foundation, USA*; Jonas Kathage *European Commission Joint Research Centre, Spain*; Peter Langridge *The University of Adelaide, Australia*; Jan Leach *Colorado State University, USA*; Rodomiro

Ortiz *Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden*; Alexander Ruane *NASA Goddard Institute for Space Studies, USA*; Philip Thornton *International Livestock Research Institute, UK*. The presentations were of a very high quality, containing both technical elements, dedicated to the specialists, as well as general ones, in order to facilitate the understanding of the processes.

From Romania there was one presenter to the poster category, Gabriel Camară (*Faculty of Geography and Geology, "Alexandru Ioan Cuza" University of Iași*), who presented the poster "Urban agriculture as part of urban ecological infrastructure: The case of Iași, Romania", in the area of urban health; to attend the Conference, his proposal was funded by the Ministry of Research and Innovation within Program 1 – Development of the national RD system, Subprogram 1.2 – Institutional Performance – RDI excellence funding projects.

The location of the next **Agriculture and Climate Change Conference** is still to be confirmed.

Acknowledgements

This project is funded by the Ministry of Research and Innovation within Program 1 – Development of the national RD system, Subprogram 1.2 – Institutional Performance – RDI excellence funding projects, Contract no.34PFE/19.10.2018.

GABRIEL CAMARĂ

**THE ANNALS OF THE UNIVERSITY OF BUCHAREST
GEOGRAPHY**

NOTES FOR CONTRIBUTORS

The authors of the articles and book reviews are requested to observe the following publication guidelines:

- The articles can be edited in English, French, Italian, Spanish, German, Russian.
- The articles should be submitted electronically (by e-mail or CD) in a WORD format (formats .doc or .rtf).
- The articles should contain the author's full name and affiliation, along with the author's e-mail address.
- The articles should contain an abstract (10-15 lines), followed by 5-7 Keywords (*Palatino Linotype* 9, single spaced).
- All the articles and book reviews must be edited using diacritical marks; if there are special Fonts, these should also be sent.
- The page format: paper A4 (no Letter, Executive, A5 etc.).
- The page margins: top – 5,75 cm; bottom – 5 cm; left and right – 4,25 cm; header – 4,75 cm; footer – 1,25 cm.
- The articles submitted for publication must be typed single spaced, in *Palatino Linotype* 11.
- The title of the article should be centered, bold, all capitals (*Palatino Linotype*, 11).
- The author's name (bold capitals) should be centered, under the title (*Palatino Linotype* 9).
- The abstract (with the translated title, if the article is written in other language than English; *Palatino Linotype* 9, single spaced) precedes the text of the article; the Keywords (*Palatino Linotype* 9, bold) follow the abstract and they are preceded by the word Keywords (in italics+bold).

- The notes should be indicated by superscript numbers in the text and typed at the bottom of the page (single spaced, *Palatino Linotype* 9).
- The references or the quotations sources should be indicated in the text, following the format: (Author year:(space)page) – (Pop 2001: 32); (Pop/Ionescu 2001: 32).
- The abbreviations or abbreviated titles (RRL, tome L, nos 3-4, p. 216) can be used in the papers; they will be included completely in the listed references at the end of the article, as it follows: RRG – *Revue Roumaine de Géographie*, tome L, nos 3-4, 2005.
- The references should observe the following styles:

1. Books *Basic Format:* Author, A. (, B.B. Author, C.C. Author), Year of publication, *Title of Work*, Location, Publisher.

Ielenicz, Mihai, 2004, *Geomorfologie generală*, București, Editura Universității din București.

2. Edited Books *Basic Format:* Author, A.A. (, B.B. Author, C.C. Author)(ed./eds.), Year of publication, *Title of Work*, Location, Publisher (only the name of the first editor inverted).

Piacente, S., G. Poli (eds.), 2007, *La memoria della Terra, la terra della memoria*, Bologna, Edizioni L'Inchiostroblu.

3. Articles or Chapters in Edited Book *Basic Format:*

Raper, Jordan, 1992, "Spatial Data Exploration Using Hypertext Techniques", in D.A. Ondaatje (ed.), *Proceedings of the 2nd European Conference on Geographical Information Systems*, Utrecht, Egis Fondation Press, pp. 47-94.

4. Articles in Journals *Basic Format:* Author, A.A. (, B.B. Author), Year of publication, "Title of the article", in *Title of Periodical*, volume number (issue number), pages.

Hilal, A., 2016, « L'espace littoral marocain entre pressions du présent et exigences de l'avenir, cas du littoral d'Essaouira », in *Cinq Continents*, vol. 6, nr. 13, pp. 79-100.

All the bibliographical references should appear in the final bibliography.

All the papers will be peer-reviewed by a committee of specialists in Geography and Environmental Science. Depending on the degree of interdisciplinarity of the document, specialists in other fields of research are also consulted.

The first version of the articles should be submitted to the e-mail address: loreta.cercleux@geo.unibuc.ro

ACREDITARE

Analele Universității București. Seria Geografie. An LXIX

[<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1>]

Articole

FLORINA GRECU, MĂDĂLINA TEODOR, CARMEN CAMELIA RĂDULESCU, Geohistory of Cartography of Geomorphological Risks in Romania – General Aproach

[<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/1>]

HAMOUDA SAMAALI, Nouvelle perspective pour la cartographie de la dynamique recente des paysages agraires : application aux cultures maraicheres et fourrageres du PPI de Borj Toumi (nord-est de la Tunisie)

[<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/2>]

SORIN HADRIAN PETRESCU, MARIA HOSU, The Relation between Fluvial Geomorphic Frame and Roman Archaeological Sites Distribution in the Timiș Valley between Caransebeș and Lugoj

[<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/3>]

ABIODUN OLUFEMI ADEBOLA, Integrating Curve Number Flood Model and Gis for Flood Vulnerability Mapping in Niger State

[<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/4>]

CĂTĂLINA MĂRCULEȚ, FLORINA GRECU, SORIN CARABLAISĂ, CRISTINA DUMITRICĂ, Extreme Heating in the Cities of the Romanian Plain. Certainties and Uncertainties about the Factors of Influence

[<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/5>]

ELENA GRIGORE, DANA MARIA CONSTANTIN (OPREA), ELENA BOGAN, FLORINA TATU, The Meaning and Way of Present of the Bio-meteorological Information and Component in the Weather Prognoses
[<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/6>]

MOHAMED ATIK, RACHID NEDJAI, ABDELKADER ABDELLAOUI, BELKACEM BELAL, Modelisation predictive de l'etalement urbain des grandes metropoles du Bassin Meditteraneen sur l'espace agricole : application au secteur oriental de l'agglomeration algeroise
[<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/7>]

MOURAD ZITANI, ABDELKADER ABDELLAOUI, Apports des SIG pour la gestion de la signalisation routiere urbaine et le comportement des usagers de la route par rapport aux obligations et informations
[<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/8>]

OLUMIDE DAVID ONAFESO, Analysis of Climate Change Induced Forced Migration in Sub-saharan Africa
[<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/9>]

AMIRA AFRI, BOUBA BENRACHI, La mixite sociale, pour une vie communautaire a travers l'espace public. Cas du Azzaba, Algeria
[<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/10>]

VASILE POPA, OCTAVIAN COCOȘ, RĂZVAN OPREA, An Overview of Electromobility in Romania
[<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/11>]

MANSOURI LAMIA, BOUARROUDJ RADIA, DEBACHE SAMIRA, Lecture du rapport cognitif au patrimoine dans une perspective communicationnelle : decryptage de la dynamique des representations culturelles et leur reception. Cas du centre historique d'Alger
[<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/12>]

ANA-MARIA ROANGHEȘ-MUREANU, AMALIA MIHAELA OGLINDOIU, The Role of Tourism in the Structural Dynamics of an Economic Profile. Case Study: Băile Olănești Resort
[<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/13>]

FLORINA GRECU, Centenar "Geographia Napocensis" – semnificație națională
[<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/14>]

Viața științifică

GABRIEL CAMARA, 3rd Agriculture and Climate Change Conference,
24-26 March 2019, Budapest, Hungary (19.11.2019)
[<https://doi.org/10.5719/aub-g/69.1/15>]

Tiparul s-a executat sub c-da nr. 1377 / 2020 la
Tipografia Editurii Universității din București