

# دراسة التطور الديناميكي للبنية العمرانية باستخدام المورفولوجيا الرياضية ونظم المعلومات الجغرافية (دراسة حالة مدينة فودن الفرنسية بين عامي 1983 و1997)

الدكتورة هبة العواد\*

## الملخص

تعددت طرائق دراسة الديناميكية العمرانية ووسائلها، والمورفولوجيا الرياضية هي إحدى هذه الطرائق التي لا يزال استخدامها محدوداً في هذا المجال. يظهر البحث دور المورفولوجيا الرياضية في دراسة هذه الظاهرة خلال مدة 14 سنة، وقد أظهرت النتائج المطبقة على مدينة فودن الفرنسية مثلاً على تطبيق هذه المنهجية، جدوى استخدامها في هذا المجال، وقد أثبتت نتائج مقارنة تحليل صور كل من عامي 1983 و1997م تغيراً واضحاً في ديناميكية المنطقة المدروسة فودن مع تحديد اتجاهات توسعها العمراني ومحاورها في اتجاهات عدة.

الكلمات المفتاحية: نظام المعلومات الجغرافي ArcGIS، المورفولوجيا الرياضية Micromorph، الاتساع العمراني، الهيكلية العمرانية، مركز الثقل العمراني.

\* قسم الجغرافية - كلية الآداب والعلوم الإنسانية - جامعة دمشق

## 1. المقدمة:

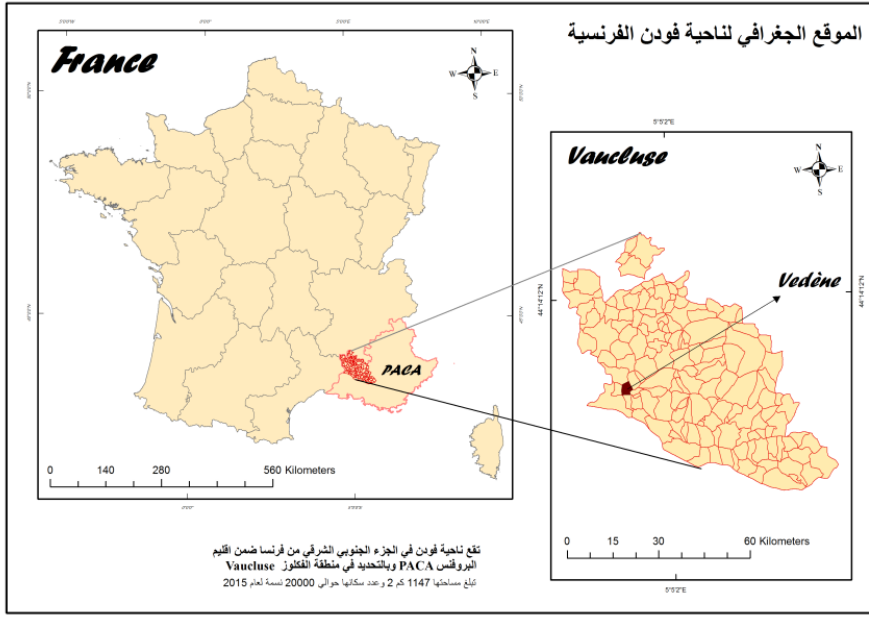
إن تقنيات معالجة الصور متعددة و كثيرة، وتوفر المورفولوجيا الرياضية مجالاً واسعاً في الدراسات العلمية، وبشكل خاص في مجال تحليل الصور. وتسمح تقنيات تحليل الصور بتقييم المجال الجغرافي وتنظيماته المكانية والظواهر المنتشرة فيه بهدف استخراج والعلاقات تحديدها بين تلك الظواهر.

تظهر المعطيات الجغرافية في عدة أشكال في أثناء التحليل المكاني إما على شكل صورة، أو على شكل خرائط طبوغرافية أو صور فضائية أو صور جوية أو غيرها. تساعد هذه المصادر على فهم التوزيع المكاني للمظاهر، وتعدّ الخريطة الأكثر ملاءمة لتحليل العلاقات المكانية المتبادلة. و المورفولوجيا الرياضية تقوم بالتحليل المكاني من خلال أدواتها وتطبيقاتها المختلفة، ولكن ذلك بعد استبعاد العناصر البيانية كلها في الخريطة من مفتاح أو مقياس أو اسم أو إشارة لعدم التشويش على نتائج عملية التحليل؛ لأنّ المورفولوجيا الرياضية هنا تطبق على كامل مساحة الصورة المعالجة.

تعرف المورفولوجيا الرياضية<sup>1</sup> بأنها عبارة عن مجموعة من الطرائق والوسائل النظرية مجتمعة، تستخدم لتشخيص ظاهرة ما كما ونوعاً على الصور. تسمح تقنيات تحليل الصور باستخدام المورفولوجيا الرياضية باستنباط الأنماط الأكثر تكراراً على الصورة واستخراجها، كما تسمح بتكامل هذه الأنماط بهدف تحليلها، ومن ثم إبرازها وإخراجها بوصفها نتائج للتحليل الرياضي.

طبقت هذه المنهجية من خلال هذا البحث، في دراسة التوسع العمراني لمدينة فودن الفرنسية الشكل (1) بين عامي 1983 و1997، وذلك باستعمال خريطين طبوغرافيتين للمنطقة الشكل (1).

1- Lefèvre S. Weber J. Sheeren D. Automatic building extraction in vhr images using advanced morphological operators. In IEEE/ISPRS Joint Workshop on Remote Sensing and Data Fusion over Urban Areas (URBAN), Paris, 2007.



### الشكل (1) : موقع مدينة فودن إدارياً

وقد حُدِّدَت منطقة الدراسة بناء على توافر مستلزمات تطبيقها من خرائط طبوغرافية لكلتا المدينتين الزمنيتين المدروستين (1997، 1983)، فضلاً عن الشرائح الرقمية للأبنية العمرانية المعتمدة من قبل المركز الجغرافي الفرنسي، وهذا ما وفر كثيراً من الوقت لإعدادها لعملية التحليل المطلوبة، ومن الممكن تطبيق هذه الطريقة على أي منطقة أخرى في حال توافرت مستلزمات التطبيق.

### 2. وصف المشروع:

يقدم هذا البحث فكرة جديدة ومتطورة في الدراسات الجغرافية باستخدام تقنية حديثة في معالجة الصور الرقمية واستخدامها في دراسة التطور الديناميكي للمدن مع مرور الزمن، وتسمح هذه التقنية بمراقبة هذا التطور حتى ولو كانت المدة الزمنية المدروسة

(14سنة) قصيرة لمراقبة مثل هذه المظاهر، والمساعدة على توقع محاور اتساعها المستقبلي واتجاهاته أو تحديدها.

### 3. أهمية البحث:

يوضح البحث أسلوب استخدام أداة جديدة ومنهجية حديثة و متطورة في مجال معالجة الصور الرقمية، ومراقبة اتجاهات التطور الديناميكي العمراني ومحاوره للمدن من خلال شرح آلية عملها.

### 4. مشكلة البحث:

تتعدد تقنيات معالجة الصور الفضائية لاستخراج البيانات و فهم المجال الجغرافي، ولكن استخدام طريقة المورفولوجيا الرياضية لا يزال محدوداً في مثل هذه الدراسات والتطبيقات، وتعدُّ طريقة حديثة تفتح المجال واسعاً لاستخدامها في مراقبة التغيرات العمرانية وتطورها بمرور الزمن.

### 5. أهداف البحث:

هدف البحث إلى دراسة التطور الديناميكي للبنية العمرانية باستخدام المورفولوجيا الرياضية ونظم المعلومات الجغرافية، وإظهار أهمية استخدام المورفولوجيا الرياضية في تحليل الصور الرقمية وإطلاقها بوصفها أحد البرامج المستخدمة في هذه التطبيقات، بشكل مختلف عما هو مستخدم ومتداول في تحليل تطور البنى العمرانية.

### 6. منهج البحث وأساليبه:

- المنهج الوصفي وقد استخدم في وصف الواقع العمراني في مدينة فودن كل من المدينتين الزمنيتين المدروستين 1983-1997.

- استُخدم الأسلوب التحليلي الإحصائي في قراءة الإحصاءات المكانية التي نتجت عن التحليل المورفولوجي الرياضي وفهمها.

- المنهج المقارن واستخدم لتحديد اتجاهات التطور العمراني خلال 14 سنة من خلال مقارنة نتائج تحليل صور العامين المذكورين.
- الأسلوب الكارتوغرافي (الخرائط) باستخدام برنامج نظام المعلومات الجغرافية GIS لتصميم الخرائط المطلوبة وإخراجها.

### 7. أدوات البحث:

- خرائط طبوغرافية لمدينة فودن الفرنسية للعامين 1983 و 1997 بمقياس 1/25000.
- برنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS 10.4.
- برنامج المورفولوجيا الرياضي Micromorph.

### مراحل العمل:

إن تطور كتل الأبنية العمرانية وانتشارها يشكلان مؤشراً واضحاً وصحياً على الديناميكية العمرانية لهذه المراكز العمرانية. يجري التركيز في هذا البحث على مراقبة الانتشار العمراني من خلال ملاحظة تطور المراكز العمرانية القديمة ونموها، أو ما يسمى بالنواة التاريخية باتجاه الأطراف (المحيط المدني). وقد استُخدمت خريطتان طبوغرافيتان لمدينة فودن ومحيطها للعام 1983 والعام 1997 بمقياس  $\frac{1}{25000}$  ولما كان هدف عملية التحليل هنا هو دراسة التوسع العمراني لهذه المنطقة خلال 14 عاماً باستخدام المورفولوجيا الرياضية، فقد استُخدمت أوامر برمجية تُطبَّق بالاستعانة ببرنامج المورفولوجيا الدقيقة Micromorph من خلال اتباع الخطوات الآتية:

الخطوة الأولى: إجراء مسح ضوئي للخرائط الطبوغرافية الورقية، وذلك لتحويلها إلى الصيغة الرقمية المترسية (Raster mode) وبدقة (1.1M). إذ إنَّ دقة عملية مسح الصورة مهمة جداً ، فكلما كانت الدقة عالية و عدد البكسل (الخلايا) أكبر زادت جودة النتائج. كذلك لا بدَّ من توحيد المقياس والدقة للخرائط المستخدمة الشكل (2).

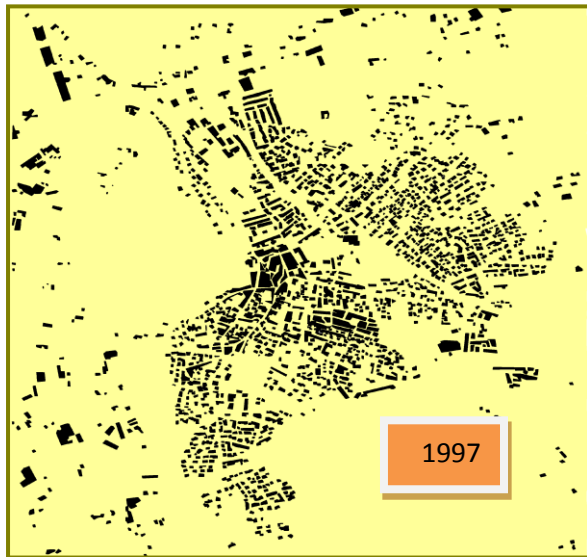
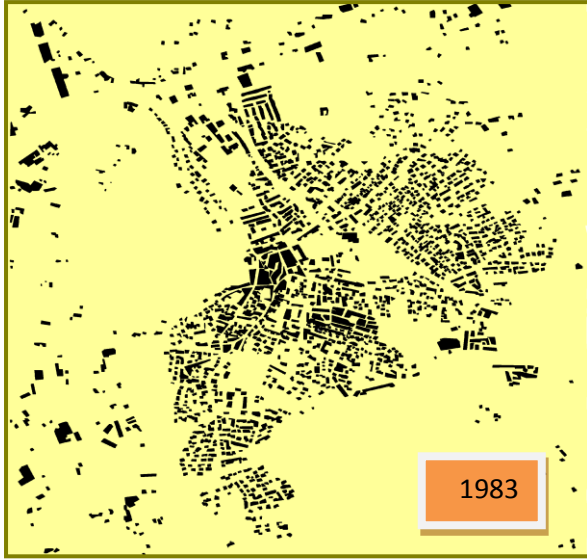


الخطوة الثانية: إرجاع الصور باستخدام برنامج ArcGIS10.4 على أساس مرجعي مسقط Lambert 2 نظام الإرجاع المعتمد لهذا الجزء الجنوبي الشرقي من فرنسا.

الخطوة الثالثة:

استخراج الأبنية العمرانية من الصورة بإحدى الطرائق الآلية أو اليدوية للوصول في نهاية الأمر إلى شريحة مرجعة ومصححة للأبنية السكنية تكون جاهزة للتحليل باستخدام المورفولوجيا الرياضية الشكل (3).

الشكل (3): شرائح الأبنية المرقمة والمعدة مسبقًا للتحليل.



وبعد إنجاز الخطوات السابقة أُجريت عملية التحليل كما يأتي:  
1- تحديد المركز الأكثر كثافة عمرانية: عن طريق إجراء عملية التوسيع (Overture) والفتح المتتالي للصورة للوصول إلى نواة التركيز العمراني، ولكن تظهر عادة مشكلة تتمثل في وجود فراغات بين الأبنية على الصورة .  
ولحل هذه المشكلة، طُبِّقت عملية إغلاق (ضغط الكتلة العمرانية باتجاه مركز الثقل) للصورة (Fermeture) قبل عملية توسيعها المتتالي لمحو تلك الفراغات.  
طُبِّقت هذه العمليات على كلتا الصورتين وفقاً للأوامر الآتية:  
عملية إغلاق الصورة (Fermeture) نستخدم الأوامر الآتية:

**Clohole b1 b2**

**Display b2** لإظهار النتيجة

عملية توسيع الصورة الناتجة (Overture) b2 نستخدم الأوامر الآتية:

**Open b2 b31**

**Open b2 b42**

**Open b2 b53**

**Open b2 b64**

.....

**Print C number bx1** لحساب عدد العناصر المكونة للنواة الناتجة

**Display bx** لإخراج صورة النواة المنتجة

يجب الاستمرار في تطبيق أوامر توسيع الصورة حتى الحصول على مركز الثقل العمراني المطلوب الشكل (4) .

طُبِّقَ هذا الأمر 27 مرة على صورة عام 1983 وطُبِّقَ الأمر نفسه 34 مرة على صورة المنطقة للعام 1997 لتحديد مركز الاتساع العمراني التي تمثل الثقل والكتلة العمرانية للمدينة لكل من عامي الدراسة.

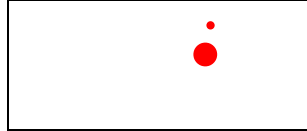
**النواة عام 1983**

**الشكل (4): النواة عام 1997**

• 1983	● 1997
-----------	-----------



يمكن استنتاج العلاقة هنا بين عدد مرات التوسع المطبقة على الصورة و التطور العمراني، فكلما زاد التوسع العمراني ازدادت الحاجة لتطبيق أوامر التوسيع للوصول إلى مركز الثقل العمراني، وحصلنا بذلك على مركزين للعامين 1983 و 1997. وعند مقاطعة المركزين الناتجين، تبين وجود اختلاف بينهما في الحجم نتيجة التطور العمراني في الموقع باتجاه الجنوب الغربي دالاً على اتجاه هذا التطور والاتساع العمراني (بعد مرور 14 عاماً)، ويدل ذلك على ديناميكية المدينة المدروسة الشكل (5).



الشكل (5) تقاطع النواتين وانتقال مركز الثقل العمراني.

## 2- كثافة الأبنية العمرانية:

لحساب كثافة الأبنية العمرانية استخدم برنامج التحليلي الرياضي من خلال تطبيق سلسلة من أوامر الاتساع (التمدد) على صور مراكز الثقل التي تم الحصول عليها، وذلك من خلال التطبيق على كل نواة مع تقاطعها مع صورة كل عام لنحصل بالنهاية على كامل المساحة المشغولة بالأبنية، وبكل خطوة من التمدد نحسب عناصر البناء التي غطتها هذه الخطوة، ومساحتها بالباكسل الواحد بتطبيق الأوامر الآتية:

**Close b1 b2**

b2 في 1983 لوضع الصورة المقبوضة للعام

**Dilate b3b4y**

b4 (y) ووضعها في حجمها 1983 لتمديد صورة النواة للعام

**Imand b4 b2 b6**

للصورة المقبوضة b2 (النواة الممددة) و b4 تقاطع بين

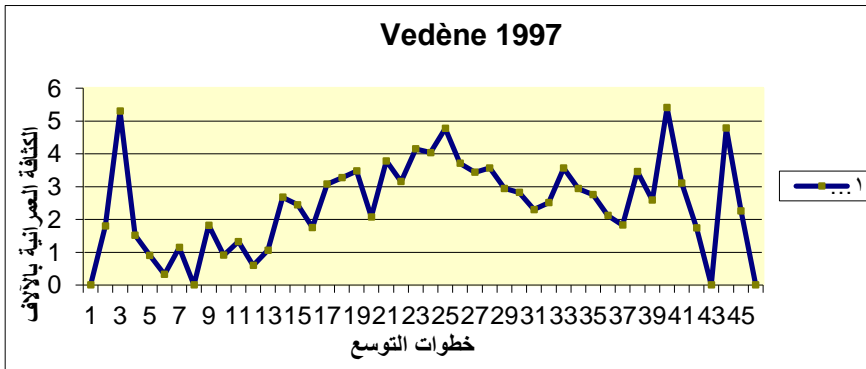
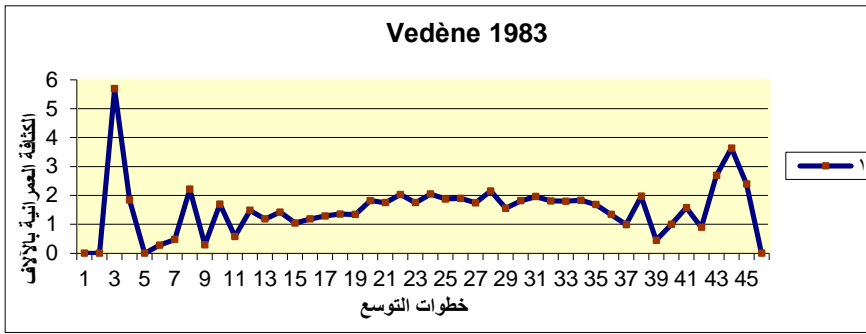
**Display b6**

إظهار النتيجة

**Print imvolume b6**

حساب المساحة الممددة

عملياً، طُبِّقَت عملية التمدد (التوسع) على صورة مركز عام 1983 90 مرة، وطُبِّقَت 92 مرة على صورة المركز لعام 1997؛ وذلك لتغطية المساحة المطلوبة. بالنتيجة تم الحصول على عدد وحدات الأبنية والمساحة بالباكسل في كل مرحلة، وحساب كثافة الأبنية بتقسيم عدد وحدات الأبنية على المساحة الممدة بالباكسل. إن حساب الكثافة العمرانية يشمل كامل المساحة المدروسة خارج موقع نواتي العامين الشكل (6) الذي يظهر فقط نتائج التطبيق حتى 45 مرة، حيث الكثافة العمرانية الأكبر أمّا في الأطراف فالأبنية متفرقة ومبعثرة. الشكل (6): العلاقة بين خطوات التوسع المطبقة على الصورة والكثافة العمرانية الموافقة لكل خطوة.



### دراسة الشكل البياني للنتائج:

- قبل التعليق على النتائج التي تم توصل إليها، هناك نقطتان مهمتان في جغرافية المنطقة المدروسة:
- وجود هضبة تشكل عائقاً طبيعياً أمام التمدد والتوسع العمراني باتجاه الغرب والشمال الغربي للمنطقة.
  - وجود حقول زراعة العنب في شمال شرق فودن وجنوب شرقها حدثت من التوسع العمراني بهذين الاتجاهين.
- بالعودة إلى النتائج التي حصلنا عليها من تقاطع كثافة الأبنية العمرانية، في كل مرحلة تمدد مراكز الثقل في كل صورة، فللنظر الأولى وبالمقارنة بين الخطين البيانيين، نلاحظ أنّ التوسع العمراني كان له تأثير في فودن في المرحلة 13 أو المرحلة 39. وبالنظر إلى الخط البياني للعام 1997، يظهر تزايد في الكثافة العمرانية في أجزاء عدة، في حين نجد في الوقت نفسه أجزاء منه بقيت دون تطور؛ وذلك لأنها مشغولة بالأماكن العامة مثل الملاعب الرياضية والحدائق العامة، ولا سيما أنّ فودن تحوي 5 ملاعب رياضية ظهرت في المرحلة 1 أو المرحلة 45 من الخط البياني. بالمقابل، توجد أجزاء أخرى (43-37) في الخط البياني تحوي اندحارات تفسر بإزالة أبنية بهدف إنشاء ملعب غولف بدلاً منها.

### 3- الهيكلية العمرانية:

تكون عملية الحصول على الهيكل العمراني لكل بناء سكني عن طريق تضييق إطار العنصر (البناء السكني) لعرض البكسل الواحد، ممّا يسمح بتصوير شكل هذا البناء وتعرّف نطاقات التأثير النظرية، ومن ثمّ تسمح هذه الهيكلية البنوية بتحقيق قياسات عدّة وخاصة فيما يتعلق بحجم البناء و الشكل الفيزيائي واتجاه البناء...<sup>2</sup>

بالرجوع إلى الصورة الرقمية المستخدمة، يتم الحصول على هيكل البنية العمراني من خلال إظهار المحور الوسطي الدقيق لكل بناء. ومن خلال تطبيق هذه الهيكلية على الصور المدروسة، باستخدام عنصر بنوي ثنائي التطبيق (بكسل 0 و بكسل 1)، وذلك

2- Weber. J, Détection d'objets géographiques du littoral dans des images satellites multispectrales, Strasbourg, Mémoire de Master Recherche Informatique Fondamentale et Appliquée de l'Université Louis Pasteur, 2007, p. 20-24.

من أجل تحويل النقاط الموجودة على الصورة وفي حال عدم إمكانية تطبيق الهيكلية نعطي بذلك قيمة البكسل المعبر عنها بقيمة صفر. تطبيق هذه العملية من خلال الأوامر الآتية:

**Lthin b1 b2**

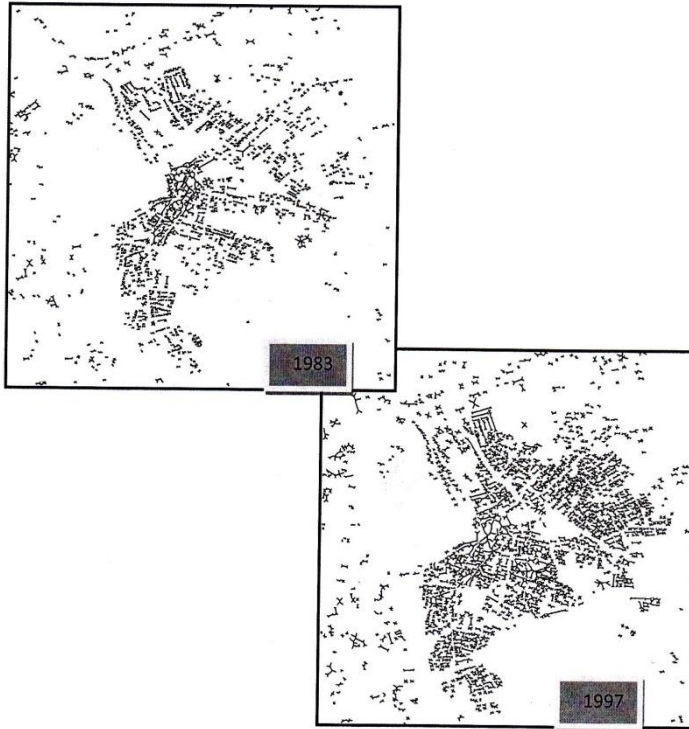
إذ b1 الصورة المدخلة و b2 النتيجة

**Dosplayb2**

نتيجة تطبيق الصورة المخرجة

وعند تطبيق الأوامر السابقة على كلتا الصورتين، نحصل على النتائج الآتية:

**الشكل (7): الهيكل العمراني للأبنية**



بالمقارنة بين نتائج الصورتين، يمكن استنتاج اتجاهين رئيسين للتطور العمراني في فودن باتجاه الشمال الشرقي والجنوب الغربي.

### نتائج البحث:

1- أظهرت النتائج وجود تغيّر واضح في التطور الديناميكي العمراني لـ فودن بين العامين 1983 و 1997 في الاتجاهات الآتية: الأول نحو الشمال الشرقي والثاني نحو الجنوب الغربي والثالث نحو الجنوب، وبشكل أقل نحو الشمال والجنوب الشرقي من مركز المدينة.

2- جدوى المنهجية التي أتبعت في دراسة البنية الديناميكية العمرانية ومتابعتها (تطور العمران)، فضلاً عن الاستعانة بالتحليل الإحصائي لنتائج البرمجة الرياضية لهذه الصور؛ ممّا سمح بمقارنة نتائج كلتا الصورتين.

3- يسمح تحليل الصور الرقمية باستخدام تطبيقات المورفولوجيا الرياضية، باستخدام هذه المنهجية في دراسة ظواهر جغرافية مختلفة وفهمها، على سبيل المثال المساحات الزراعية والرعية.

## المراجع والمصادر

1. Barnsley. M, Moller-Jensen. L, Barr. S. L, Inferring urban use by spatial and structural pattern recognition, in urban environments, In Remote sensing and urban analysis, sous dir. Donnay. J. P, Barnsly M. J, Longley. P, New York: Taylor and Francis, 2001, p: 115-144.
2. Batty. M, Longley. P, Fractal cities, A geometry of form and function, Londres, Academicpress, 1994, XXII, P: 394.
3. Caloz. R, Collet. C, Précis de télédétection, volume 3: traitements numériques d'images de télédétection, Sainte-Foy (Québec, Canada): Presse de l'Université du Québec/AUPELF, 2011, P: 386.
4. Frankhauser. P, La fractalité des structures urbaines, Paris, Anthropos, 1994, P: 292.
5. Gallice-Matti. C, La télédétection pour l'analyse spatiale, application aux espaces périurbains de la Région Urbaine de Lyon, Thèse de doctorat: géographie et aménagement, Lyon 3, 2005, p: 2750.
6. Grasland. L, Nouveaux médias, nouveaux outils: pertinence et limites de l'exploitation d'images Google Earth pour l'analyse du bâti à l'aide d'un SIG, résumés des communications, neuvième rencontres de Théoquant, Besançon, 4-6 mars, 2010, P: 18-20.
7. Lefèvre. S, Weber. J, Sheeren. D, Automatic building extraction in vhr images using advanced morphological operators. In IEEE/ISPRS Joint Workshop on Remote Sensing and Data Fusion over Urban Areas (URBAN), Paris, 2007.
8. Legevey-Padovani. A, Mering. C, Apport des opérateurs de morphologie mathématique à l'extraction des failles à partir d'images spot panchromatique-exemple de la faille de huac-la-huac-la (sud-pérou), 1997, P: 209-217.
9. Nottale. L, «Scalarelativity, fractal space-time, and quantum mechanics», Chaos, Solitons & Fractals, n°4, 1994, P: 361-388. Reprinted in M. S. El Naschie, O. E. Rössler and I. Prigogine (eds) (1995) "Quantum Mechanics, Diffusion and Chaotic Fractals". Pergamon, P: 51.
10. Rimbart. S, Géographie et cartographie. Encyclopédie de géographie, Paris, Economica, 1995, P: 111-141.
11. Robin. M, La télédétection: Des satellites aux systèmes d'information géographiques. Paris, 2012, P: 9-119.
12. Salou. C, Comment utiliser les histogrammes d'une image numérique, Paris, Rapport d'étude IGN, 2015, p: 5-7.

13. Voiron-Canicio, Ch, « Analyse régionale, analyse d'image et morphologie mathématique » in « Espace, structures et dynamiques régionales. L'arc méditerranéen », Analysespatiale quantitative et appliquée. N°33-34, 1993, Pp: 59-112.
14. Voiron-Canicio. Ch, «Espace et statistique» in «Espace, structures et dynamiques régionales. L'arc méditerranéen». Analysespatiale quantitative et appliquée. N°33-34, 1993, Pp: 31-57.
15. Voiron-Canicio. Ch, «Analyse spatiale et analyse d'image par la morphologie mathématique». G. I. P. RECLUS. Coll. Espace mode d'emploi. Montpellier, 1995, p: 190
16. Weber. J, Détection d'objets géographiques du littoral dans des images satellites multispectrales, Strasbourg, Mémoire de Master Recherche Informatique Fondamentale et Appliquée de l'Université Louis Pasteur, 2007, P: 20-24.