

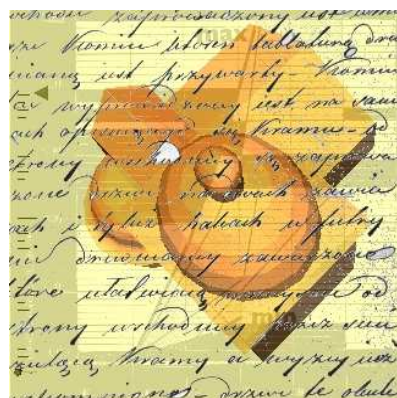
Modèles informationnels 2D/3D multi-échelles pour l'analyse et la contextualisation spatio-temporelle des évolutions du bâti

RAPPORT FINAL

Iwona DUDEK-BLAISE

CR1

UMR CNRS/MCC 694 MAP



Avant-propos	2
I – Problématique, Démarche et Objectifs	6
II – Méthode de travail	14
III – Résultats	26
IV – Conclusions et Perspectives	52
V – Annexes	58

La mise en œuvre du programme ATIP « *Modèles informationnels 2D/3D multi-échelles pour l'analyse et la contextualisation spatio-temporelle des évolutions du bâti* » nous a amené à croiser :

- des questions de méthode d'analyse du lieu bâti ou des informations permettant de le caractériser,
- des questions de modélisation architecturale,
- des cas concrets variés et leurs jeux de données,
- et enfin des dispositifs graphiques conçus pour servir au raisonnement sur l'évolution et la mise en contexte du tissu bâti.

L'un des postulats essentiels sur lequel reposait ce programme était l'idée que *l'on peut améliorer notre compréhension du lieu architectural, de son contexte (culturel, environnemental, historique), et des informations qui lui sont associées par la mise en relation du graphique (localisation spatiale et temporelle d'objets architecturaux) et de ce qui le justifie (des données qualifiées au regard des problématiques spécifiques du champ patrimonial)*. En relisant cette phrase aujourd'hui, il nous apparaît que cette hypothèse a bel et bien été validée, mais qu'elle devrait désormais intégrer un certain nombre de notions passées alors sous silence, à commencer par la distinction entre états¹- *objets architecturaux au temps τ* - et transformations² - *durée et nature du processus résultant en un changement des objets*.

Le postulat initial ne mentionnait pas non plus deux notions liées, devenues centrales dans nos travaux : les enjeux spécifiques au croisement de cas concrets – idée simple présente chez E.R Tufte³ sous la forme assez surprenant « $1+1 = 3$ » – et les enjeux spécifiques au croisement de cas dans le temps – permettant par exemple de caractériser des densités de changements, d'isoler des vraies ou fausses exceptions, etc.

Par ailleurs, ce programme s'insérait dans la continuité de travaux déjà engagés notamment dans le cadre de collaborations antérieures sur le terrain d'expérimentation privilégié du programme – le centre historique de la ville de Cracovie - et se traduit aujourd'hui par de nouvelles directions de recherche, au-delà des objectifs initiaux du programme.

Il nous a semblé en conséquence nécessaire de réfléchir à un structure de rapport permettant de façon relativement synthétique de rendre compte de nos travaux en intégrant à la fois des textes courts assez généraux (sur la problématique, sur la méthode, sur les résultats et l'analyse que nous en faisons, ...) et des tableaux ou fiches illustratives des réalités concrètes derrière notre travail.

Cet avant-propos a pour objectif de présenter au lecteur de façon succincte le contenu des différentes sections du rapport.

La *Section I* intitulée « *Problématique, Démarche et Objectifs* » reprend pour l'essentiel les constats sur lesquels ce programme était fondé, sans intégrer les acquis dudit programme.

La *Section II* intitulée « *Méthode de travail* » présente dans un premier temps le contexte, les outils et les éléments de méthode sur lesquels

Note 1. ex. abandon, decay, hibernation, etc.

cf. Annexe I; Dudek I. et Blaise J.Y, *Profiling artefact changes: a methodological proposal for the classification and visualisation of architectural transformations*, [dans] Digital Heritage, *Archeolingua*, Budapest 2008, ISBN 978-963-8046-99-4, pp. 349-356

Note 2. ex. split, modification, secession, demolition, translocation, etc.

cf. Annexe I; Dudek I. et Blaise J.Y, *Profiling artefact*, *op.cit.*

nous nous sommes initialement appuyés. Elle définit ensuite les acquis méthodologiques du projet, autrement dit les questions et réponses méthodologiques nouvelles que nous avons dû développer au cours du projet. La section II se termine alors par une courte explication du rôle que jouent les cas concrets de façon générale dans notre travail, mais également identifie les services rendus par les différents terrains d'expérimentation que nous avons abordés.

La *Section III* « Résultats » s'ouvre sur trois sous-chapitres dans lesquels nous tentons de mener une analyse critique du travail effectué et de sa portée, en soulignant les apports de l'approche développée, et les développements « non anticipés » que nous avons engagés dans le cadre de ce programme ATIP. Le quatrième sous-chapitre décrit les principales étapes de l'effort d'évaluation et de mise en discussion entrepris.

Cette section comprend ensuite deux sous chapitres permettant au lecteur de se faire une idée plus précise du type et de l'importance des développements engagés.

Dans un premier temps un tableau récapitulatif présente les travaux d'analyse, de structuration et de gestion de données menés autour de notre corpus de cas d'études. Dans un second temps, des fiches illustratives présentent de façon moins aride comment ce corpus de cas d'étude est exploité pour *améliorer notre compréhension du lieu architectural, de son contexte (culturel, environnemental et historique), et des informations qui lui sont associées.*

Nous concluons la section « Résultats » sur une liste de publications en rapport direct avec les fiches illustratives présentées, liste limitée en gros à la période que concerne ce programme.

Enfin, nous proposons en *Section IV* une conclusion au rapport dans laquelle nous intégrons les perspectives ou pistes ouvertes alors que s'est achevé ce programme ATIP, mais aussi les questions restant ouvertes ou insuffisamment abordées.

Chaque section est précédée d'une page récapitulant son contenu sous la forme de phrases-clés.

Enfin, ci-dessous se trouve une frise chronologique permettant de resituer visuellement sur la durée du projet (et un peu au-delà) quelques uns des dispositifs visuels ou des autres travaux significatifs menés pendant cette période. Elle contient par ailleurs des renvois vers les fiches illustratives placées en fin de Section III. Mais sa vocation réelle est autre: nous avons souhaité montrer au lecteur quelle aura été l'évolution de nos préoccupations au cours du projet, d'abord centrées sur la notion de distribution spatiale et temporelle d'informations architecturales (par le biais de lieux bâtis représentés dans l'espace à différents « instants ») ; puis se tournant petit à petit vers la nécessité de lire au-delà d'un individu une collection d'individus, et celle de modéliser et de visualiser le temps de façon autonome (passant de maquettes spatialisées dans lesquelles la fenêtre temporelle est une variable de calcul de la maquette, à des dispositifs visuels permettant de comparer sur une collection d'objets durées de changements et évènements).

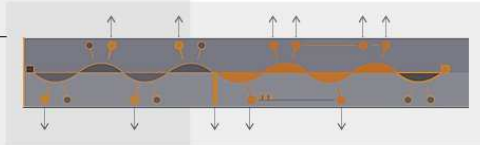
distribution spatialisée d'informations par la forme architecturale
maquettes 2D/3D renvoyant vers les sources documentaires



p. 37

dispositif d'intégration d'informations et de données hétérogènes

visualisation d'états de connaissance en amont du recueil de données métriques



p. 38

spatialisation de ressources documentaires

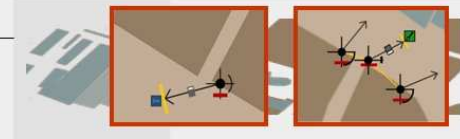
exploitations de l'analyse du contenu architectural des documents



p. 40

repérage spatial qualitatif d'une source visuelle

visualisation sous une forme simplifiée du champs visuel correspondant au document



p. 41

profil documentaire de l'édifice

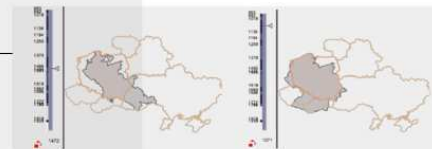
corrélation spatialisée de données sur l'objet et sur sa documentation



p. 39

visualisation de toponymes

à couvertures spatiales variables



p. 43

visualisation de densités de changements

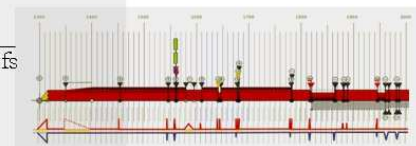
passage de la lecture par individu à la lecture de la collection comme telle



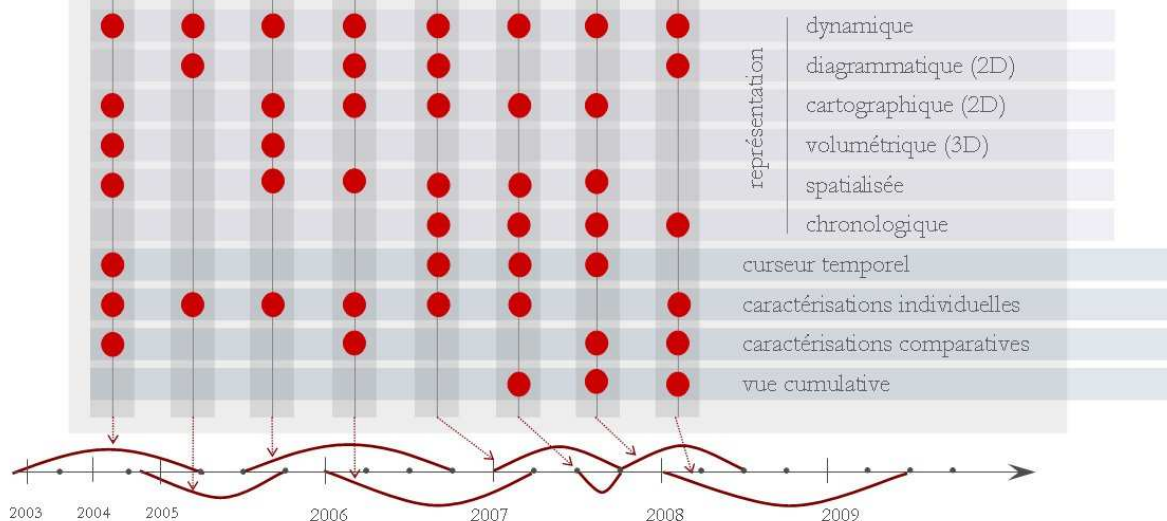
p. 42

chrono-graphes

un modèle et des dispositifs visuels pour représenter les transformations du bâti



p. 44



I - PROBLEMATIQUE, DEMARCHE ET OBJECTIFS

problématique générale

Difficultés d'application des NTIC dans l'étude des évolutions du bâti patrimonial ;

La représentation architecturale « digitale », souvent réduite à une démarche de communication de « fausses certitudes », reste un outil encore aujourd'hui sous-employé ;

L'aptitude de la représentation architecturale 2D/ 3D numérique à véhiculer du sens au-delà de l'image, à transmettre des éléments de connaissance sur un territoire bâti et à en souligner les vecteurs de différence/ ressemblance ;

Aider l'analyse, la compréhension et la visualisation des évolutions du bâti ;

Un constat de manque – l'absence d'un cadre méthodologique systématique permettant d'exploiter au mieux la relation <source documentaire - lieu architectural > (et permettant notamment d'attacher à chaque lieu représenté dans les maquettes un jeu d'informations relatives au créneau temporel observé).

Une problématique de distribution spatiale et temporelle d'informations, informations qualifiées au regard des spécificités du domaine d'application (données incertaines, hétérogènes, lacunaires, ...) ;

Une problématique de représentation de lieux architecturaux à fins de visualisation des dites informations : autrement dit l'ambition de voir la représentation comme un outil d'investigation, outil de visualisation d'objets architecturaux et d'informations sur ces objet(s) et leur(s) histoire(s).

Une problématique de contextualisation des lieux architecturaux autorisant à la fois une lecture croisée des cas concrets étudiés, une lecture de la collection comme telle, la prise en compte de données non- (ou mal-) spatialisables, et enfin une meilleure lisibilité des chronologies notamment d'évènements.

démarche de modélisation

On peut améliorer notre compréhension du lieu architectural, de son contexte (culturel, environnemental et historique), des informations qui lui sont associées par la mise en relation du graphique (localisation spatiale et temporelle d'objets architecturaux) et de ce qui le justifie (des données qualifiées au regard des problématiques spécifiques du champ patrimonial).

objectifs

Comprendre et expliciter en quoi la représentation graphique peut servir le raisonnement sur l'évolution et la mise en contexte du tissu bâti à différentes échelles.

Illustrer et valider/ invalider cette démarche sur le champ de l'architecture patrimoniale, en s'appuyant sur des cas concrets forts.

II - METHODE DE TRAVAIL

méthode générale

Une méthode à l'intersection des champs de la modélisation géométrique 2D/3D et de la visualisation d'informations, double filiation qui en font à la fois l'originalité et les garde-fous.

La forme architecturale comme un médiateur entre objet et points de vue sur l'objet ;

Des représentations qui ne montrent pas l'objet, mais l'idée que nous nous faisons de l'objet : elles traduisent au temps τ de l'étude notre état de connaissance.

L'analyse d'une documentation, souvent hétérogène, fixe un jeu d'indications sur les évolutions des objets étudiés.

Véhiculer et souligner la notion d'incertitude du jeu d'indications originel jusque dans les représentations.

La mise en contexte notre connaissance concernant des objets architecturaux.

formalismes et outils choisis

Un ensemble de formalismes informatiques « libres », autour de la plate-forme Internet ;

Une évolution technologique par intégrations de modules ;

acquis méthodologique du programme

Identification et qualification des notions d'état et de transition comme acteurs du modèle ;

Un langage visuel pour contribuer à une lecture critique et cumulative des évolutions du bâti et de leur contexte ;

Des dispositifs de visualisation intégrant trois unités fondamentales (formalismes visuels, métaphores et modèles) et alternant / combinant représentations spatialisées et chronologies, lecture des caractéristiques d'individus et lecture de propriétés de la collection d'individus.

les terrains d'expérimentation

Un terrain d'expérimentation principal : le centre historique de Cracovie ;

Un effort de recueil et d'analyse de données inscrit dans le long terme, ouvrant par la quantité, la variété et l'hétérogénéité des données rassemblées des questionnements notamment méthodologiques complexes.

Des expériences thématiques sur des aspects plus limités - phase d'acquisition et d'exploitation de données spatiales sur le village médiéval déserté de Rougiers, dispositif de visualisation / comparaison sur un jeu de théâtres antiques et un ensemble de cathédrales françaises.

un Système d'Informations

Consolidation et extension (quantitative et en terme de services) des briques de base d'un système d'informations sur les évolutions du bâti utilisant la forme architecturale comme moyen de distribution d'informations dans le temps et l'espace.

Trois éléments : des jeux de données (bases de ressources documentaires analysées et base de lieux architecturaux), un modèle architectural et des modalités de visualisation (représentations spatialisées 2D ou 3D dans lesquels tout ou partie des données métriques sur les lieux architecturaux sont exploités, dispositifs visuels appelés chrono-graphes agissant à la manière de frises chronologiques).

modèle de description et modalités de visualisation des transformations du bâti

Une grille d'analyse diachronique des évolutions du bâti permettant de discrétiser et de qualifier les transformations et/ou états successifs du bâti, et un dispositif de visualisation exploitant cette grille d'analyse.

Un modèle de description des transformations du bâti appuyé sur trois notions : états vs transitions, évolution vs cycles de vie, artefact, core-object, segment ;

Un dispositif graphique appelé chrono-graphes qui exploite ce modèle. Dédié au raisonnement visuel, il croise trois figures : diachrogrammes, variogrammes et chronologie d'évolution de propriétés.

caractérisation d'individus et lecture d'une collection

Encourager la lecture comparative d'individus à individus, et la lecture du rapport individu/collection ;

évaluation des propositions méthodologiques et des résultats

Des mises en discussion au sein d'un large panel de disciplines ;

Une évaluation à la fois des concepts nouveaux introduits (notamment concernant le modèle de description des transformations du bâti) et des solutions graphiques proposée avec les partenaires du programme.

IV – CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

les points clés

Un objectif général: assister la mise en œuvre de raisonnements sur l'évolution du tissu bâti à différentes échelles.

Un travail s'appuyant sur une approche globale, appelée modélisation informationnelle, se situant à l'intersection des problématiques de modélisation architecturale et de visualisation d'informations dans le temps et l'espace.

Un dispositif d'étude initial largement étendu et amendé, à la fois du point de vue des modèles sous-jacent et du point de vue des dispositifs de raisonnement visuel.

Une évolution de notre façon de travailler – notamment en intégrant dans nos pratiques une évaluation systématique des dispositifs visuels inspirée des méthodes de travail en visualisation d'informations (évaluation de leurs qualités ou défauts comme dispositifs graphiques et évaluation des notions qu'ils transmettent).

Un programme qui ouvre de nouvelles pistes (sur les questions de granularités spatiales et temporelle, sur la notion de contexte, etc.).

L'ATIP, un dispositif de notre point de vue fructueux scientifiquement : il nous a permis de développer notre thématique de travail de façon cohérente et continue, en ayant une visibilité claire notamment vis à vis des partenaires du programme.

en filiation du programme ATIP

Un renouveau de notre partenariat et une thématique en filiation directe de l'ATIP : comment rendre compte t a c t i l e m e n t des évolutions du bâti ?

Un objectif dans le champ de la modélisation informationnelle – intersectant modélisation architecturale et visualisation d'informations, mais le défi de ne plus considérer de façon exclusive les moyens visuels.

Dans un premier temps, différents dispositifs tactiles ayant pour objectif de faire « lire » par des voyants comme des non-voyants les évolutions de la place centrale de Cracovie – et une déclaration d'invention à laquelle le CNRS a décidé de donner suite par le dépôt d'un brevet.

Des travaux à valoriser sous la forme de dispositifs poly-sensoriels muséographiques pour la représentation des évolutions de la place centrale de la ville de Cracovie, à la demande du MHmK (Musée Historique de la ville de Cracovie).

•

Le travail que nous avons mené a bien sûr ouvert de nouvelles questions, et débouche sur de nouvelles pistes à prendre pour aller plus loin. On peut rapidement les résumer sous la forme d'une liste de points ou thèmes clés:

- Granularités spatiales et temporelle² (posant à la fois des questions d'interfaçage - modes de basculement par exemple – et des problèmes de modélisation – comme par exemple le rapport entre granularités préétablies et réalités disparates des indices rassemblés) ;
- Subjectivité, hiérarchisation et gestion d'alternatives- Les documents historiques nous donnent des informations et des indices qui nécessitent une phase d'interprétation. Cette interprétation relève de connaissances et d'expériences qui ne permettent pas toujours de trancher entre deux (ou plusieurs) possibles explications. Dans cette situation il nous faut donc gérer plusieurs solutions alternatives³, ce que nous ne faisons pas dans nos travaux antérieurs.
Nous pensons que nous ne devons pas imposer une solution unique, simplement parce que nous avons la place – ou pire encore, nous avons prévu la place – pour une seule explication. Dès lors, comment efficacement gérer et hiérarchiser différentes possibilités d'interprétation des données dont nous disposons (que ce soit au niveau du modèle conceptuel, du modèle logique, ou du modèle physique) ?
Ces questions aussi attendent des solutions claires, conciliant ambition d'exhaustivité et efficacité. En effet, si l'on peut vouloir favoriser la mise à disposition de choix alternatifs (sur la forme à donner aux bâtis, sur l'analyse des données, sur les indications temporelles), il faut prendre garde à ne pas par une multiplication déraisonnable du nombre de paramètres prendre à rebours ce qu'est le fondement d'une démarche de modélisation, c'est-à-dire réaliser une réduction du phénomène étudié.
- Problèmes de tri et d'identification d'éléments de contexte significatifs⁴, puis de visualisation de ces éléments en rapport aux dispositifs visuels spatialisés (donc à la fois un vrai problème de choix et d'interprétation d'indices, un problème technologique et un problème de visualisation au sens propre) ;
- Modalités de visualisation de chronologies spatialisées - pour représenter et corrélérer événements, changements, et données spatiales ;
- Relevé architectural comparatif⁵ - pour alléger la phase d'observation, et en enrichir la phase d'analyse et d'exploitation ;
- Une sémiologie graphique pour la représentation volumétrique - question en suspens, renouvelée par l'expérience de l'ATIP, mais dépassant largement son cadre.

Note 2. Dans l'état actuel de nos développements, nous ne sommes pas capables de décrire d'une façon unique un moment dans le temps, avec la résolution variable et fluctuante propre aux documents historiques.

Note 3. Le nombre de solutions alternatives peut être lié aussi aux divergences d'interprétation - divergences nous pouvons attribuer soit à la subjectivité de l'analyse, soit à des désaccords liés à tel ou tel positionnement scientifiquement fondé, soit aux deux.

Note 4. Les résultats de l'interprétation des informations trouvées dans sources historiques ou des données résultant des observations dépendent de l'ensemble des circonstances dans lesquelles se produisaient l'événement concerné (*des conditions naturelles, sociales, culturelles, ...*), que l'on appelle le contexte. Sans contexte il est difficile de statuer sur les causes et effets, car tous savoir est situé dans un contexte. Mais le terme « contexte » peut être lui-même interprété et compris différemment. « Contexte » n'est pas un terme précis.

Proposons ici une première classification, que nous tenterons de raffiner au travers des travaux que nous comptons mener. Les éléments constituant le contexte de la construction ou de la transformation d'un bâtiment peuvent concerner son voisinage, proche ou éloigné. Dans ce cas-là on parle de contexte spatial. Mais l'analyse peut prendre en compte - et le plus souvent elle le fait - aussi l'aspect temporel ou des faits constituant le fond culturel (historique, social, ...). Un mélange de tout ces éléments est ce que l'on ce qu'on appelle le plus souvent « contexte ».

Il nous semble donc qu'il est nécessaire de se pencher sur le problème de l'interprétation du contenu de ce terme, et de tenter de structurer et de classer les différents éléments le constituant