

AUTEUR.E.S

Jérôme GENSEL,
Marlène VILLANOVA-
OLIVER, Pierre LE QUEAU,
David NOËL

Un modèle multi points de vue pour représenter les trajectoires de vie

RÉSUMÉ

Dans diverses sciences sociales (sociologie, urbanisme...), une trajectoire de vie est un objet d'études qui sert de support à l'analyse des motivations déterminant les choix d'un individu dans son parcours biographique. Avec l'avènement des capteurs en tout genre, modéliser des trajectoires sémantiques en informatique est une problématique aujourd'hui largement abordée, notamment dans le domaine des transports, qui permet de mieux comprendre les mouvements d'objets ou les mobilités généralement quotidiennes de personnes. Les études qui s'attachent à modéliser et analyser la notion de trajectoire de vie sont, en revanche, peu nombreuses. Nous présentons ici un modèle multi points de vue dédié à la représentation des trajectoires de vie qui en capture à la fois le caractère multidimensionnel et les facteurs explicatifs associés.

MOTS CLÉS

trajectoire de vie, web sémantique, facteur explicatif, modèle multidimensionnel

ABSTRACT

In various social sciences (sociology, urban planning...), a life trajectory is an object of study that serves as a support to analyse the motivations that determine the choices of an individual in his/her biographical journey. With the advent of sensors, modelling semantic trajectories in computer science is an issue that is now widely addressed, particularly in the field of transportation, in order to better understand the movements of moving objects or people (mainly daily mobility). On the other hand, there are few studies that attempt to model and analyse the notion of life trajectory. In this paper, we present a multi-point of view model dedicated to the representation of life trajectories, that captures both their multidimensional characteristics and the associated explanatory factors.

KEYWORDS

Life trajectory, Semantic Web, Explanatory factor, Multidimensional model

INTRODUCTION

La notion de *trajectoire de vie* est utilisée dans diverses sciences sociales (sociologie, urbanisme...) pour analyser les trajectoires des individus selon une approche biographique, c'est-à-dire en mettant en perspective dans le temps les informations disponibles pour mieux comprendre et expliquer ce qui détermine leurs choix et, par conséquent leurs parcours. Selon Hélaridot (2006), la trajectoire de vie ou parcours de vie, « peut être considérée comme un entrecroisement de multiples lignes biographiques plus ou moins autonomes ou dépendantes les unes des autres ». Chacune de ces lignes biographiques correspond à un domaine de l'existence, par exemple « le parcours scolaire, le rapport au travail et à l'emploi, la vie familiale, la vie sociale, la santé, la trajectoire résidentielle, l'itinéraire politique, religieux ou spirituel, etc. ». Une des applications de l'étude des trajectoires de vie concerne l'étude du choix résidentiel. Ces choix résidentiels sont en effet grandement influencés par les phases de la vie professionnelle et familiale des individus. Ainsi, les couples avec enfants privilégient un habitat éloigné des centres métropolitains tandis que ceux-ci attirent en plus grande proportion à la fois les jeunes nouvellement indépendants et les retraités (Robette *et al.*, 2012). Pour les décideurs politiques et les spécialistes de l'aménagement urbain, disposer d'outils logiciels leur permettant d'observer, comprendre et caractériser les trajectoires de vie des individus est donc essentiel pour une meilleure connaissance des dynamiques résidentielles.

En informatique, la notion de trajectoire fait l'objet de nombreux travaux, notamment depuis l'essor des technologies à base de localisation par GPS d'objets mobiles de toutes sortes (véhicules, humains, animaux, etc.). Au-delà du stockage de données GPS dans des bases dédiées de nombreux travaux se sont orientés

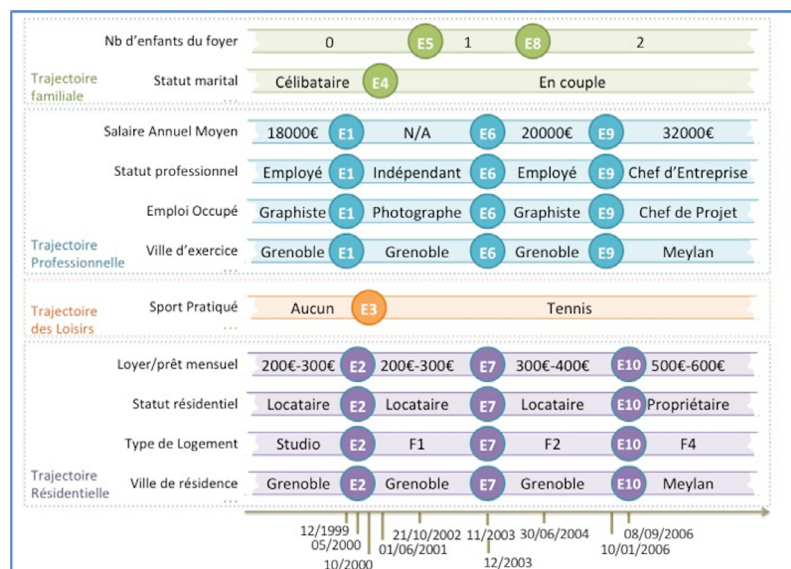
vers l'expression de la sémantique associée à des trajectoires, à des fins d'exploration et d'analyse des mouvements observés.

La modélisation des *trajectoires sémantiques* vise à enrichir les données de mobilités « brutes » avec des informations susceptibles d'apporter du sens (Alvares *et al.*, 2007). Ainsi, en s'inspirant de la « *time-geography* » (Hägerstrand, 1970), des chercheurs ont modélisé les trajectoires spatio-temporelles grâce à des périodes de déplacement et à des périodes d'activité, autrement qualifiées de mouvements (move) et d'arrêts (stop) (Spaccapietra *et al.*, 2008). Ce premier niveau de structuration est ensuite utilisé pour associer des informations comme le mode de transport lors d'un déplacement, ou la nature d'une activité lors d'une période étiquetée comme telle (Bogorny *et al.*, 2014). Cette approche repose sur un modèle qui présente une trajectoire sémantique comme composition de sous-trajectoires sémantiques, chacune traduisant une vision particulière (un aspect) de la trajectoire complète. Cependant, il s'agit ici d'une proposition adaptée à l'enrichissement de données de trajectoires brutes, acquises pour des objets mobiles, comme en témoignent les concepts employés dans le modèle.

Les travaux initiés par Marius Thériault font référence dans le domaine de la modélisation de trajectoire de vie d'individus. Le modèle spatio-temporel pour l'analyse des trajectoires de vie (Thériault *et al.*, 1999) présente trois trajectoires (professionnelle, familiale et résidentielle) modélisées selon une approche relationnelle, par des *épisodes* – des statuts stables pendant un intervalle de temps – et des *événements* qui viennent altérer un ou plusieurs de ces statuts. La figure 1 montre un extrait d'une trajectoire de vie d'un individu adaptée de l'approche de Thériault. Quatre trajectoires thématiques sont décrites le long d'une ligne de temps, chacune définie par un ensemble d'attributs. L'évolution de chaque attribut est représentée par une succession d'épisodes (valeur inchangée) et d'événements (qui change une ou plusieurs valeurs d'un épisode).

Cette approche présente très clairement les fondements conceptuels sur lesquels nous nous appuyons pour la représentation des trajectoires de vie. Ces travaux ont initié une approche multidimensionnelle de la notion de trajectoire de vie ; ils visaient aussi un objectif d'exploration des choix résidentiels. Néanmoins, les propositions des auteurs n'offrent pas de support natif pour l'application de l'approche à d'autres contextes : seules trois dimensions prédéfinies sont prévues (sémantique familiale, professionnelle et résidentielle) avec, comme dimension à analyser, la dimension résidentielle. Pour notre analyse, nous visons plus de généralité dans la définition du modèle afin de nous affranchir des domaines d'application cibles. De plus, nous mettons l'accent sur la prise en compte de facteurs explicatifs dans la modélisation des trajectoires.

Figure 1. Extrait de la trajectoire de vie d'un individu inspiré des travaux présentés dans (Thériault *et al.*, 1999)



1. UN MODÈLE MULTI POINTS DE VUE DE TRAJECTOIRES DE VIE

Notre approche (Noël, 2019) reprend les principes des patrons de conception d'ontologie (*ontology design patterns*, Blomqvist & Sandkuhl, 2005) qui visent à décrire de manière générique une construction basée sur un ensemble de composants d'ontologie organisés en concepts et prédicats, qui, une fois implémentés, constituent une partie de l'ontologie finale.

Nous proposons un patron de conception d'ontologie de trajectoire de vie, appelé LTOP (*life trajectory ontology pattern*), qui sera utilisé autant de fois que nécessaire pour représenter les différentes dimensions ou points de vue d'une trajectoire. De fait, le LTOP permet de modéliser des trajectoires de vie comprenant de multiples trajectoires thématiques, qu'elles soient géographiques ou *agéographiques* (sans références

spatiales). Nous faisons correspondre, à chaque sous-trajectoire ou trajectoire thématique, la notion de *point de vue* (professionnel, résidentiel, familial, etc.) qui capture elle-même les concepts d'*épisode*, qui décrit un état stable dans une trajectoire auquel est associée une période de temps, et d'*événement*, qui survient lors d'un changement d'état à un instant donné (fig. 2).

Le second élément central de notre approche est un modèle de *facteur explicatif* pour expliquer un changement d'état de chaque dimension d'une trajectoire. Ce modèle intègre une typologie qui permet de caractériser des facteurs de natures différentes, selon qu'ils sont *internes* ou *externes* à la trajectoire de vie et qu'ils se réfèrent notamment à un événement ou à un épisode de la trajectoire (fig. 3), les deux pouvant contenir des explications pertinentes. Tous les épisodes et les événements, et par suite les trajectoires, sont intrinsèquement temporels car liés à une ligne de temps selon laquelle on peut les ordonner. La datation des événements permet de borner les épisodes des trajectoires. Le temps est un référentiel commun à toutes les trajectoires thématiques qui permet l'exploitation croisée des informations. L'espace peut lui aussi jouer un rôle de référentiel commun exploité dans la représentation et l'étude des trajectoires. Néanmoins, la dimension spatiale (au sens géographique du terme) n'est pas intrinsèque à toute information comme l'est le temps. Ainsi, une trajectoire *agéographique* ou métaphorique caractérise une évolution dans un espace abstrait (par exemple, une trajectoire représentant les différents métiers occupés dans l'espace abstrait de la nomenclature des catégories socio-professionnelles / CSP de l'Insee).

D'autre part, les niveaux de *granularité* auxquels sont représentées les informations déterminent les phénomènes qui seront révélés. Le modèle proposé supporte également des degrés de précision différents dans les dimensions temporelle, spatiale et plus généralement thématiques.

Figure 2. Le patron de conception LTOP

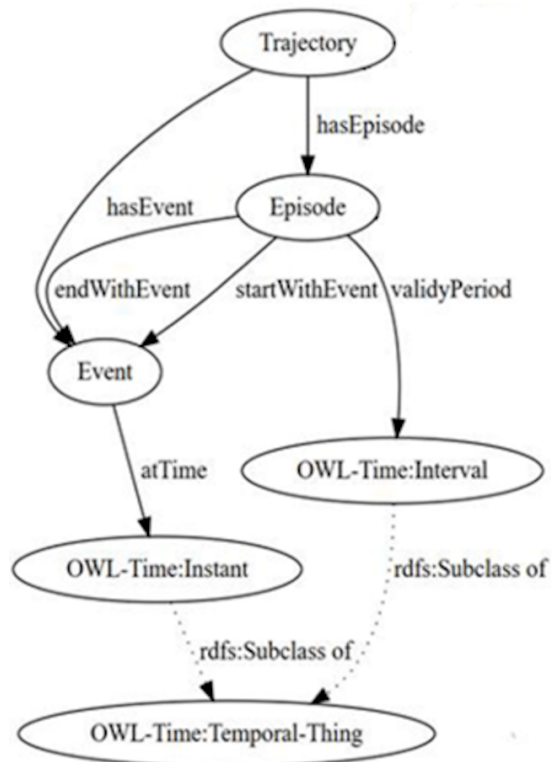
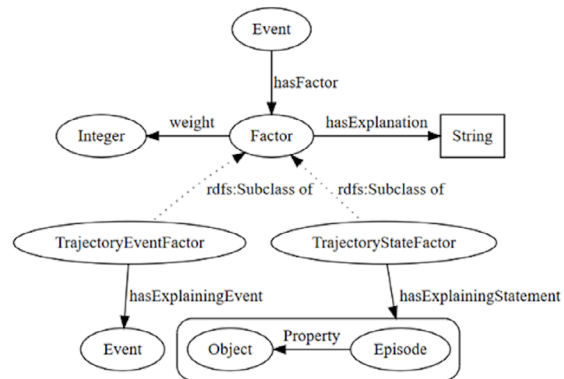


Figure 3. Le modèle de facteur explicatif



Enfin, notre approche supporte la représentation de *facteurs explicatifs* de natures diverses, éventuellement combinés intervenant à différents degrés et en lien avec n'importe quelle thématique. Premièrement, un facteur explicatif vient expliquer un autre événement de la trajectoire, non forcément attaché au même point de vue. Des liens de causalité entre événements et épisodes attachés à différents points de vue d'une même trajectoire sont ainsi établis par le biais de facteurs explicatifs. Deuxièmement, les facteurs explicatifs sont fournis par les individus

eux-mêmes et peuvent être pondérés pour permettre ainsi des analyses fines des trajectoires de vie. Les facteurs explicatifs peuvent être internes ou externes, c'est-à-dire qu'ils peuvent soit être relatifs aux circonstances de vie de l'individu, soit dépendre de circonstances qui n'y sont pas liées directement. Les facteurs explicatifs externes ne sont représentés que dans la mesure où l'individu se sent influencé par eux et l'exprime comme une (des) raison(s) ayant entraîné un événement dans sa trajectoire. Sur l'exemple de la figure 4, l'événement *E5* (un déménagement) est expliqué par deux facteurs: *F1* qui associe l'événement *E5* à un épisode (type de logement Studio) et *F2* qui associe l'événement *E5* à un autre événement *E2* (la naissance d'un enfant). Le facteur *F3* est un facteur externe (par exemple, un sentiment d'insécurité) qui explique l'événement *E6* (autre déménagement).

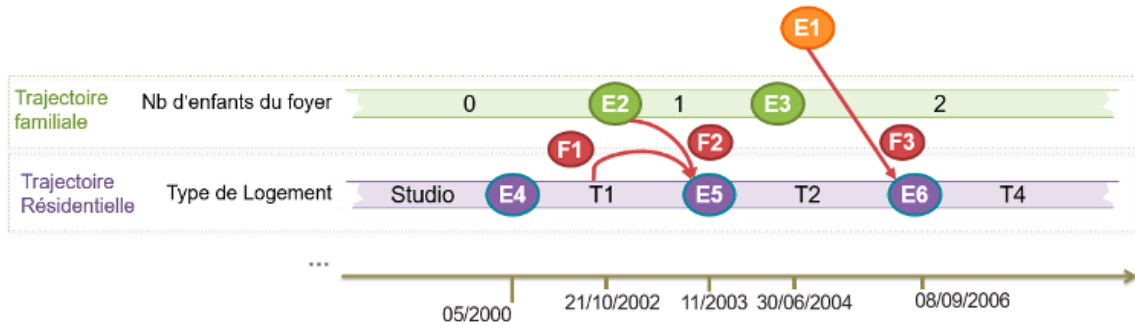


Figure 4. Exemples de facteurs explicatifs

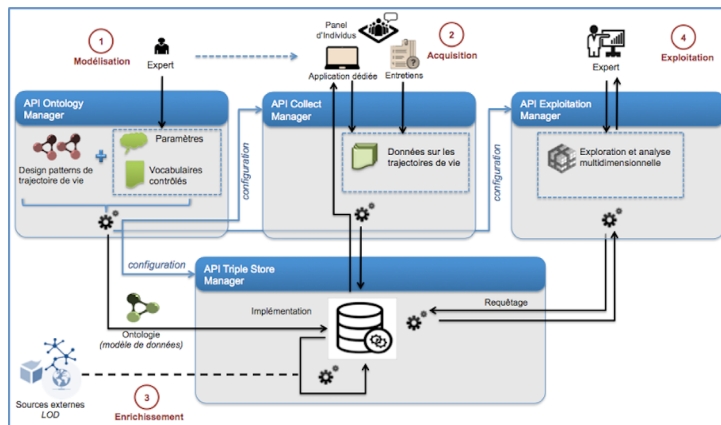
2. ILLUSTRATION : MODÉLISATION D’UNE ONTOLOGIE DÉDIÉE AUX DYNAMIQUES RÉSIDENIELLES

Le modèle présenté dans la section 1 a été implémenté dans un *framework* (ensemble de modules logiciels) dont l’architecture est illustrée dans la figure 5.

Ce *framework* s’appuie sur les langages et technologies du web sémantique et rend opérationnelle une méthodologie qui comprend 3 étapes :

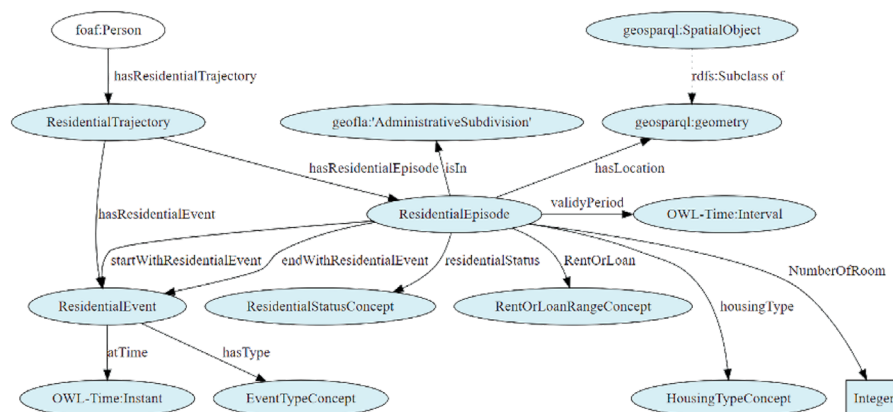
1. La modélisation permet la création d’une ontologie de trajectoire de vie comprenant de multiples thématiques adaptées à un cas d’étude. L’utilisateur est invité à instancier le patron de conception autant de fois qu’il

Figure 5. Architecture générale du *framework*



existe de dimensions (trajectoires) thématiques à considérer. La figure 6 montre la partie de l’ontologie obtenue pour la représentation de la trajectoire résidentielle. L’acquisition des données consiste à collecter des données pour peupler l’ontologie à partir d’interfaces adaptées et stocker les données des trajectoires de vie dans un *triple store* (bases de données dédiées au web sémantique sous forme de triplets RDF ou *resource description framework*).

Figure 6. Instanciation du patron LTOP pour obtenir la trajectoire thématique résidentielle



2. L’exploitation des données en permet l’analyse à partir d’opérateurs autorisant la manipulation d’un ensemble de trajectoires et, particulièrement, l’exploitation des facteurs explicatifs tirant ainsi parti d’une particularité de notre modèle. Ces opérateurs sont implémentés dans le langage de requêtes SPARQL pour les triplets RDF.

3. L’architecture logicielle que nous proposons comprend une API (interface de programmation d’application) pour chacune des 3 étapes. Elle est implémentée en utilisant le langage Java et repose sur Jena, une librairie *open source* dédiée au web sémantique.

Le *framework* a été utilisé dans le cas d'étude sur les dynamiques résidentielles. L'ontologie a été créée en appliquant successivement le patron LTOP pour créer, à l'aide de spécialistes du domaine, 3 ontologies reliées correspondant respectivement aux trajectoires thématiques résidentielle, professionnelle et familiale. Une interface de collecte de trajectoires de vie a été développée. Pour ce cas d'application, nous avons choisi de collecter des données auprès d'un échantillon de la population de la métropole grenobloise. Lors de la phase d'exploitation, les modèles de requêtes élaborés ont permis de valider et de comprendre la situation résidentielle des individus dans le centre métropolitain et les zones péri-urbaines de l'agglomération grenobloise.

CONCLUSION

Dans cet article, nous avons présenté un modèle multi points de vue pour la représentation et l'étude de trajectoires de vie. Ce modèle repose sur un patron de conception d'ontologie qui permet de construire chaque thématique ou dimension considérée dans les trajectoires de vie observées. Une des particularités du modèle est également d'intégrer le concept de facteur explicatif lié aux notions d'événements et d'épisodes qui jalonnent une trajectoire. Ce modèle a été implémenté dans un *framework* à l'aide de langages et de technologies du web sémantique, ce choix étant motivé par la possibilité de lier les données des trajectoires de vie à d'autres données ouvertes de ce qui constitue le *LOD (linked open data) cloud*. Afin de faciliter l'analyse des trajectoires de vie et de leurs facteurs explicatifs, un ensemble d'opérateurs de haut niveau est mis à disposition des utilisateurs. Les perspectives de ce travail sont nombreuses. Parmi elles, nous étudions l'exploitation de la multi-granularité (échelles multiples) de l'information, induite dans les dimensions spatiale, temporelle, mais aussi thématique, par les opérateurs d'analyse et de comparaison de trajectoire de vie. Des mesures de similarité et de distance entre trajectoires, intégrant les facteurs explicatifs, sont également à étudier, en ayant recours ou non à des outils de traitement spécialisés (la bibliothèque TraMineR de R, notamment). Enfin, il serait intéressant d'utiliser le modèle de trajectoire de vie dans d'autres domaines, celui de la santé notamment.

RÉFÉRENCES

- Alvares L. O., Bogorny V., Kuijpers B., de Macêdo J. A. F., Moelans B., Valsman A., 2007, "A Model for Enriching Trajectories with Semantic Geographical Information", *Proceedings of the 15th annual ACM International Symposium on Advances in Geographic Information Systems, GIS-07*, article n° 22.
- Blomqvist E., Sandkuhl K., 2005, "Patterns in Ontology Engineering. Classification of Ontology Patterns", *Proceedings of the Seventh International Conference on Enterprise Information Systems*, p. 413-416.
- Bogorny V., Renso C., de Aquino A.R., de Lucca Siqueira F., Alvares L.O., 2014, "CONSTAnT. A Conceptual Data Model for Semantic Trajectories of Moving Objects", *Transactions in GIS*, 18(1), p. 66-88.
- Hägerstrand T., 1970, "What about People in Regional Science?", *Papers of the Regional Science Association*, n° 24, p. 6-21.
- Hélaridot V., 2006, « Parcours professionnels et histoires de santé : une analyse sous l'angle des bifurcations », *Cahiers internationaux de sociologie*, 120(1), p. 59-83.
- Noël D., 2019, *Une approche basée sur le web sémantique pour l'étude de trajectoires de vie*, thèse d'informatique à l'Université Grenoble Alpes.
- Robette N., Bonvalet C., Bringé A., 2012, « Chapitre 9. Les trajectoires géographiques des Franciliens depuis leur départ de chez les parents », in C. Bonvalet et E. Lelièvre (dir.), *De la famille à l'entourage. L'enquête Biographies et entourage*, Paris, Ined, coll. « Grandes enquêtes », p. 177-202.
- Spaccapietra S., Parent C., Damiani M. L., de Macedo J. A., Porto F., Vangenot C., 2008, "A Conceptual View on Trajectories", *Data and Knowledge Engineering*, 65(1), p. 126-146.
- Thériault M., Seguin A. M., Aubé Y., Villeneuve P. Y., 1999, "A Spatio-Temporal Data Model for Analyzing Personal Biographies", *Proceedings of the 10th International Workshop on Database and Expert Systems Applications*, p. 410-418.

LES AUTEUR.E.S

Jérôme Gensel

UGA – LIG

jerome.gensel@univ-grenoble-alpes.fr

Marlène Villanova-Oliver

UGA – LIG

marlene.villanova-oliver@univ-grenoble-alpes.fr

Pierre Le Quéau

UGA – Pacte

pierre_le-queau@univ-grenoble-alpes.fr

David Noël

UGA – LIG

david.noel@univ-grenoble-alpes.fr