

CartoMuse 2 – Impact de la musique sur la carte et réciproquement

ALTMAN Eitan¹, JOSSELIN Didier^{1,3}, BONIN Olivier²

1. Laboratoire d'Informatique d'Avignon (LIA)

339, chemin des Meinajaries, Agroparc, BP 1228, 84911 Avignon cedex 9

2. IFSTTAR – AME-LVMT

bâtiment Nobel, Université Paris-Est Marne la Vallée, Cité Descartes

5, Boulevard Descartes, Champs sur Marne, 77454, Marne la Vallée, Cedex 2

3. UMR ESPACE, 74 rue Louis pasteur, 84000 Avignon cedex

didier.josselin@univ-avignon.fr, porteur du projet

MOTS-CLÉS : MUSIQUE, ACCORDS, ANALYSE SPATIALE, TRAJECTOIRE, TONNETZ, GRAPHERS

0. Contexte

La présente demande complète celle de l'année dernière. En effet, le projet, après un certain délai de maturation, a connu une accélération en fin d'année à la faveur de l'organisation d'un séminaire début 2014 qui réunit une trentaine de personnes (cf. annexes) : informaticiens, géographes, musicologues ou compositeurs. Le précédent budget de 2000 euros a finalement pratiquement atteint 3000 euros, grâce à la participations de fonds du CNRS et du GDR MAGIS auxquels appartient Didier Josselin, porteur du projet. Ce qui justifie cette demande est la simple reconduction logistique de ce projet une seconde année, avec notamment l'ajout d'un(e) stagiaire à l'équipe interdisciplinaire qui préfigure la définition d'un sujet de thèse dans le domaine.

Au niveau des retombées de ce projet, elles sont doubles :

- L'équipe a posé les bases d'une recherche interdisciplinaire à l'interface entre la cartographie et la musique ; deux premiers prototypes ont été testés : l'un associe l'explorateur cartographique ARPEGE' et la boîte à rythmes Hydrogen, le second prototype associe un analyseur d'images Python à différents logiciels de synthèse sonore sur Mac.

- L'équipe organise en partenariat avec l'IRCAM, un séminaire interdisciplinaire du même titre que ce projet. Il aura lieu à Avignon en Janvier 2014. 14 communications sont prévues. Ce séminaire doit amener à bâtir des partenariats avec les différents laboratoires (cf. annexes).

1. Rationalité

Depuis les travaux précurseurs de J. Bertin (1975) en sémiologie graphique, la cartographie a largement évolué (Escobar et al., 2008) sur deux aspects en particulier : l'interactivité et l'accessibilité en ligne. On parle depuis quelques années

de cartographie en mouvement (Mac Eachren, 1995, Josselin & Fabrikant, 2003), c'est à dire animée, multimédia (notamment en ligne) ou interactive (Cartwright et al, 2007).

La cartographie peut être descriptive, dans le sens où elle sert à observer des phénomènes se déroulant dans le temps. Mais elle devient rapidement exploratoire, voire se dote d'un pouvoir explicatif, par la capacité de ses outils à mettre en interaction différentes dimensions ou points de vue. À ce titre, l'analyse spatiale exploratoire (Andrienko, 2006) s'est largement développée et ouvre de vastes horizons scientifiques, technologiques et d'usage. En lien direct avec les cartes et la géographie, les graphiques et les indices statistiques constituent en effet autant de résumés des données, prises dans leur ensemble ou via des sélections appropriées. Ces méthodes d'analyse constituent de puissants outils d'investigation ou de fouille de données spatiales.

Dans les outils de cartographie, le recours à la dimension visuelle des représentations statistiques reste prégnant. Cependant, d'autres voies complémentaires existent, tels que le son ou la musique. Par exemple, le mouvement du « soundscape » (paysage sonore) utilise les ambiances sonores pour donner du sens aux lieux et aux environnements (Murray Schafer 1969). D'autres auteurs proposent de simples cartographies des sons (Schiewe & Kornfeld 2009). Dans ce cas, les « signatures sonores » marquent et caractérisent les lieux de façon explicite. Toutefois, elles ne sont pas utilisées pour mettre en évidence des discontinuités, des gradients ou des structures dans l'espace (de mobilité, par exemple). Pourtant, l'association des capacités cognitives visuelles et auditives ne peut qu'améliorer notre capacité à analyser les données géographiques, d'autant plus lorsqu'elles sont complexes.

L'utilisation de représentations spatiales et de calculs spatiaux pour les structures musicales est ainsi un domaine en plein essor. On pourrait étudier le problème inverse : à partir d'une structure spatiale extraite d'une carte ou d'une image, reconstituer les contraintes musicales (harmoniques, mélodiques, rythmiques) associées. On serait alors dans une démarche d'aide à la composition musicale (Adhitya and Kuuskankare, 2012). Par le biais de règles prédéterminées ou avec l'assistance d'un utilisateur, on pourra aller jusqu'à la sonorisation d'images ou de cartes. Au-delà de cet objectif, le rapprochement entre analyse musicale et analyse spatiale privilégie principalement un sens : les représentations musicales s'enrichissent de représentations spatiales. Enrichir le domaine de l'analyse spatiale par des techniques issues de l'analyse musicale est une perspective intéressante, d'autant plus que le domaine de la représentation musicale est très pointu mathématiquement.

L'objet de cette proposition est de fournir une première piste de réflexion sur des façons de procéder pour analyser les structures spatiales en s'appuyant sur (la théorie de) la musique au sens large¹. Pour autant, nous nous appuierons dans un premier

¹ On entend par là une musique qui n'est pas forcément formatée, ni tempérée, ni suivant a priori les règles « classiques » rythmiques

temps sur les accords, combinaisons d'au moins trois notes, dans une approche de type harmonique.

2. Contexte

2.1. Équipe interdisciplinaire

Le projet regroupe de chercheurs en informatique/géomatique qui partagent une passion commune (la musique) sans pour autant réaliser leurs recherches principalement dans ce domaine. Le projet vise donc à incorporer certaines dimensions sonores et musicales à l'analyse spatiale. Les aspects cognitifs sont traités dans un premier temps à travers les perceptions et les rapports qu'entretiennent les chercheurs impliqués avec la musique, de façon informelle.

2.2. Objectifs

Plusieurs aspects seront à terme abordés dans cette recherche interdisciplinaire élargie. Ils touchent d'une part l'analyse spatiale (domaine de la géographie), la fouille de données (domaine de l'informatique du « big data »), la cognition et la théorie de la musique (domaine de la musicologie). Il s'agira en effet :

- d'évaluer en quoi et de quelle façon le son peut apporter une amélioration des méthodes d'analyse spatiale ;
- de rechercher, dans la théorie de la musique, ce qui est mobilisable pour représenter des portions typiques et structurées (patterns) d'espaces géographiques ;
- d'appréhender l'aspect numérique et mathématique de la musique pour tenter de poser les bases d'une sémiologie sonore signifiante (pour une culture musicale donnée) ;
- de réfléchir aux méthodologies informatiques permettant le dépôt ou l'exploration des cartes et images géographiques en ligne par les utilisateurs ;
- d'évaluer en quoi le support de la carte géographique peut constituer un vecteur d'aide à la création d'oeuvres musicales.

3. Première piste d'investigation : les accords et l'harmonie

Dans un premier temps, et c'est l'objet de la présente proposition, nous nous intéressons aux accords. Tout comme un indicateur statistique peut permettre de résumer un ensemble d'objets observés à proximité, un accord peut représenter un contexte spatial comme une signature identifiable par le sens auditif.

3.1. Sonification de carte et composition d'accords par/pour l'exploration spatiale

L'idée est que différentes dimensions de l'organisation spatiale peuvent être représentées par différents sons ou accords émanant de différents instruments numériques. Un premier exemple a été proposé par Josselin en 2011 (cf figure 1). Il consiste à associer dans un même accord les fréquences d'apparition de classes de valeurs de pixels. Chaque classe est représentée par un instrument. La fréquence correspond à la note de l'instrument. Avec cette première approche, il est déjà aisé de détecter des changements de structures dans la fenêtre d'observation et ainsi d'extraire différents patrons (patterns) spatiaux (cf. Figure 1).

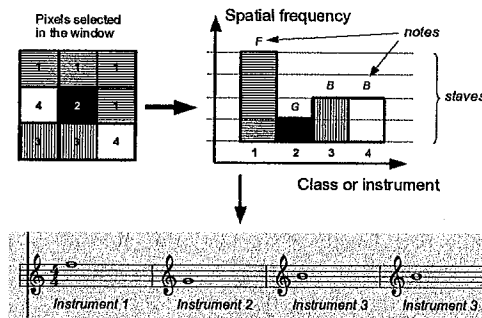


Figure 1. Transformation d'une structure spatiale observée dans une fenêtre de 3x3 pixels dont les valeurs sont classées en 4 catégories, en une signature sonore (« accord ») composée de notes de quatre instruments (Josselin, 2011). Pour plus de clarté, les notes sont présentées dans des mesures différentes mais elles jouent simultanément pour former l'accord

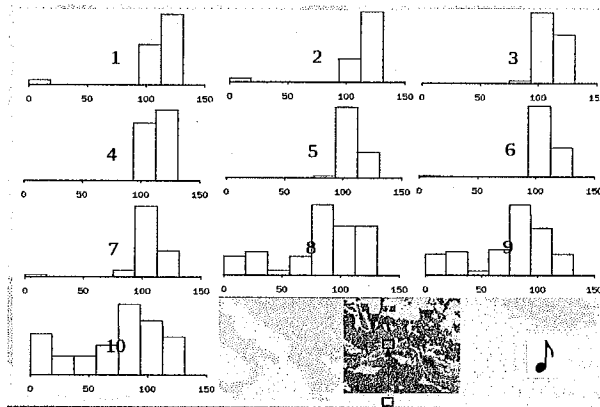


Figure 2. La fenêtre sélectionnant les pixels a été déplacée selon la flèche et a généré une succession d'accords empiriques, représentés par des distributions statistiques retranscrites en autant d'instruments que de classes ; chaque instrument a vu sa note créée à partir de sa fréquence de classe.

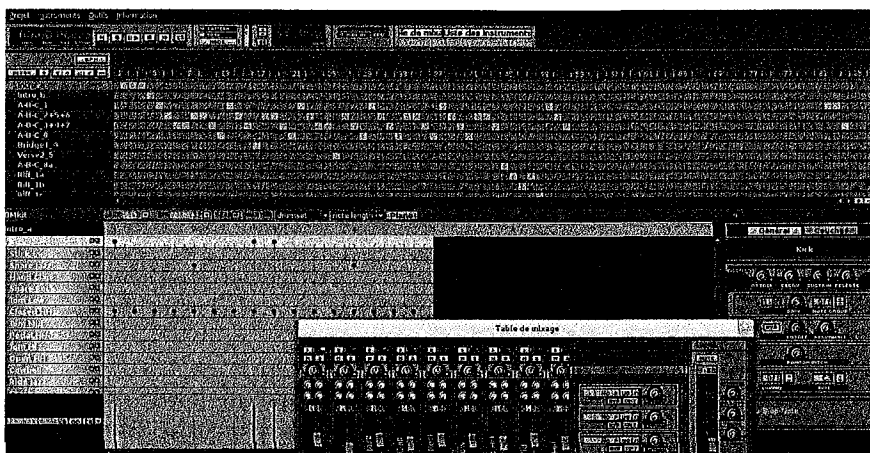


Figure 3. La série d'accords associant différents instruments est ensuite transférée dans la boîte à rythme numérique Hydrogène

Ce prototype permet d'extraire des fichiers .h2song au format XML d'Hydrogen et de les rejouer afin d'analyser les discontinuités rencontrées lors du cheminement dans l'image (cf. figure 3). Deux méthodes sont possibles : la détection de patterns locaux (comment « sonne » un environnement local) ou une séquence de patterns identifiés lors d'un parcours donné (comment sonnent les différences d'accords).

Cette première approche a le mérite d'être simple et de réaliser une relation bijective entre l'espace observé et la composition des accords entendus. Il devient possible, par l'écoute, de déceler les changements de nature et de composition de l'espace représenté par des pixels contigus (sélectionnés en l'occurrence sur l'image, cf figure 2). Toutefois, en son état actuel, assez mécanique, elle a le défaut majeur de construire tout type d'accords, dont certains sont très dissonants et presque agressifs pour l'oreille. On peut alors se tourner vers d'autres approches également prometteuses, basées sur la consonance.

3.2. Tonnetz d'Euler pour la représentation des espaces

La plus ancienne représentation spatiale d'une structure musicale est le Tonnetz d'Euler (1739). Dans sa version moderne, il se construit en associant les notes à des sommets et les intervalles à des arêtes (Tymoczko, 2012). Généralement, et contrairement à la représentation historique d'Euler, on choisit de représenter les quintes² comme des arêtes verticales montantes, les sixtes³ comme des arêtes horizontales vers la droite, et les tierces⁴ comme des arêtes diagonales. Si on se limite aux gammes de la note de Do majeur, on obtient la figure 4.

² Intervalle de cinq notes consécutives, y compris les deux extrêmes la définissant

³ Même chose avec six notes

⁴ Même chose avec trois notes

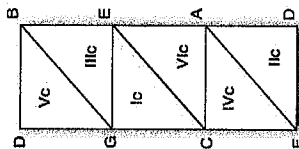


Figure 4 : extrait de Tonnetz représentant les six accords majeurs ou mineurs de la gamme de Do majeur

On peut pousser l'abstraction plus loin en considérant cette fois que les quintes peuvent être justes ou diminuées⁵, pour inclure dans la représentation l'accord VIIc. On obtient alors une représentation de la tonalité de C majeur qui une représentation spatiale (cf figure 5).

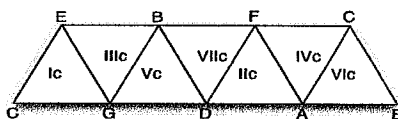


Figure 5 : représentation de la tonalité de Do majeur sous la forme d'un complexe cellulaire dont la surface est un ruban de Möbius

Ce type de représentations peu ainsi être généralisé à des complexes cellulaires plus riches, qui représentent autant de graphes harmoniques plus ou moins complexes. Le tonnetz se généralise à un complexe cellulaire de dimension k , selon la complexité de l'harmonie que l'on cherche à représenter. Les notes correspondent des 0-cellules, les accords de deux sons à des 1-cellules, les accords de trois sons (triades) à des 2-cellules, etc. Une représentation des accords de quatre sons nécessite l'utilisation de tétraèdres (3-cellules). La topologie résultant d'un arrangement d'objets spatiaux, que ce soit sur une carte ou une image, impliquerait ainsi des ressemblances tonales qui peuvent « sonner » de façon proche : proximité des extraits de graphes = ressemblance en termes musicaux.

Les complexes cellulaires sont assez courants en géographie. On en construit facilement par la triangulation de Delaunay. En outre, cette approche peut se généraliser à d'autres cartes topologiques, comme les réseaux de Kohonen ou les complexes cellulaires, par exemple au n -G-Maps de Pascal Lienhardt (2008).

En partant d'une cellule de base du graphe du Tonnetz, aucun accord ne sera dissonant ; de même, si on extrait des graphes plus grands, on aura des combinaisons d'accords non dissonants, et l'ensemble ne devrait pas l'être non plus. Le vocabulaire

⁵ La dernière note de l'accord est alors réduite d'un demi-ton

tonal (y compris les accords de quatre sons, omniprésents par exemple en jazz) est très usuel et l'on peut repérer et utiliser des cadences, qui se traduisent par des chemins sur un Tonnetz. On voit immédiatement l'analogie entre cette représentation et l'organisation de l'espace géographique, tel qu'il est visité et perçu.

3.3. Analyse et exploration des supports spatiaux

Les deux approches présentées peuvent s'appliquer à différents types de supports. En effet, l'observation sur le terrain, sur la carte ou sur le tableau ou l'image, permet de construire des séquences d'accords qui transcrivent explicitement la topologie des objets géographiques (via par exemple les matrices de co-occurrence) ou représentent physiquement les graphes « paysagers » sur la base des Tonnetz. On peut par exemple représenter des graphes d'intervisibilité dans le temps, des réseaux routiers, des graphes de distances ou d'adjacence. Ainsi, une carte ou une image convertie en Tonnetz définit un ensemble de tonalités possibles. Des chemins de ce Tonnetz définissent des successions de tonalités. On peut imaginer décrire de cette façon des transects, des « visites » (œil sur le tableau ou chemin sur la carte). La transformation du spatial en temporel nécessite de définir des trajectoires dans l'image, ainsi que la temporalité associée à ces trajectoires, c'est à dire la vitesse instantanée de lecture.

Nous appliquons ces méthodes sur différents supports : cartes géographique avec objets identifiés sur des réseaux urbains ou des milieux naturels (cartes de végétation), sur des images constitués de pixels (cf figure 1), mais également sur des peintures d'artistes (après vectorisation des surfaces homogènes de peinture) (cf figure 6). Des premiers tests ont été réalisés sur des images au sein d'un prototype développé sur Mac, développé en Python.



Figure 6 : Lithographie de Matisse (gauche) : des couleurs et des formes qu'on cherche à donner à entendre et Toile Number 8 de Pollock (1947) : la toile possède sa propre « trajectoire »

4. Positionnement et budget demandé

Le projet se positionne sur l'axe 1 et sur l'axe méthodologique. Les fonds demandés sont de 3200 euros répartis en :

- 2200 euros pour 5 mois de stage de mars à juillet 2014 (5 mois)
- 1000 euros de frais de déplacement pour les participants en 2014

5. Bibliographie

- Alayrangues Sylvie, Daragon Xavier, Lachaud Jacques-Olivier, Lienhardt Pascal (2008). Equivalence between Closed Connected n-G-Maps without Multi-Incidence and n-Surfaces, *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, Volume 32 Issue 1, pp. 1 – 22, Kluwer
- Adhitya1 Sara and Kuuskankare Mika (2012). SUM: from Image-based Sonification to Computeraided Composition, 8 pages, CMMR, 2012, London
- Andrienko N. & Andrienko G. (2006), *Exploratory Analysis of Spatial and Temporal Data: A Systematic Approach*, Springer.
- Bertin J. (1975), *La Graphique et le traitement graphique de l'information*, Paris, Flammarion.
- Cartwright W., Peterson M.P., Gartner G. (Eds) (2007), *Multimedia cartography*, Springer.
- Escobar Francisco, Cauvin Colette, Serradj Aziz, (2008), *Cartographie thématique en 5 volumes (volume 1. Une nouvelle démarche. la cartographie, discipline scientifique en évolution; volume 2. Des transformations incontournables. une permanence : la transformation sémiotique; volume 3. Méthodes quantitatives et transformations attributaires. de la description à la généralisation d'une variable attributaire z; volume 4. Des transformations renouvelées. transformations cartographiques de position; volume 5. Des voies nouvelles à explorer. les révolutions technologiques et leurs conséquences conceptuelles et pratiques)*. Hermès-Lavoisier, *Traité IGAT Série Aspects fondamentaux de l'analyse spatiale*.
- Josselin D. & Fabrikant S. (Eds) (2003), N° spécial « cartographie animée et interactive », vol. 13, n°1/2003, *Revue Internationale de Géomatique*, Hermès, Lavoisier, Paris.
- Josselin D. (2011), Spatial analysis using sonorous cartography. Some propositions, ICC'2011, Paris, 3-8 July 2011.
- Josselin D. (2005), Interactive Geographical Information System using LISPSTAT : prototypes and applications. *Journal of Statistical Software*. Volume 13, Issue 6
- Mac Eachren A. (1995), *How Maps Work: Representation, Visualization, and Design*, Guilford Press, NY.
- Murray Schafer R. (1969), *The New Soundscape*, Don Mills, Toronto.
- Schiewe J., Kornfeld A.-L. (2009), Framework and Potential Implementations of Urban Sound Cartography, 12th AGILE International Conference on Geographic Information Science 2009, 8 pages.
- Tymoczko Dmitri (2012). The Generalized Tonnetz, *Journal of music theory*, 56:1, pp. 1-52.

5. Annexe : liste d'inscrits et budget prévisionnel CartoMuse 1 (2013)

Objet	NOM	Prénom	Organisme	Proven.	Prés ²	Billet	Venue	Coût	
Sém.28 janv. 2014	Adhitya	Sara	EHESS-IRCAM	Paris	Oui	Oui	Gare TGV	148,06	
Sém.28 janv. 2014	Altman	Efan	INRIA-LIA	Avignon	Non	Non	sur place	0,00	
Sém.28 janv. 2014	Bigo	Louis	LACL	Paris	Oui	Oui	Gare TGV	90,06	
Sém.28 janv. 2014	Blondeau	Jullia	IRCAM	Paris	Oui	Oui	Gare TGV	148,06	
Sém.28 janv. 2014	Boissarié	Xavier	Orbe	Paris	Oui	Oui	Gare TGV	120,06	
Venue 8 janvier 2014	Bonin	Olivier	IFSTTAR	Paris	sans objet			148,06	
Sém.28 janv. 2014	Bonin	Olivier	IFSTTAR	Paris	Oui	Oui	Gare TGV	148,06	
Sém.28 janv. 2014	Bouller	Joël	Geographicité	Paris	Non	Non	Gare TGV ?	0,00	
Sém.28 janv. 2014	Bresson	Jean-Louis	IRCAM	Paris	Oui	Oui	Gare TGV	105,09	
Sém.28 janv. 2014	Cahen	Roland	ENSCI	Paris	Oui	Oui	Gare TGV	187,06	
Sém.28 janv. 2014	Canova	Nicolas	UMR PACTE	Grenoble	?	Non		0,00	
Sém.28 janv. 2014	Caure	Hélianthe	IRCAM	Paris	Non	Oui	Gare TGV	90,06	
Sém.28 janv. 2014	Couprie	Pierre	ESPE-Sorbonne	Paris	Oui	Oui	Gare TGV	148,06	
Sém.28 janv. 2014	El Bâze	Marc	LIA	Avignon	Non	Non	sur place	0,00	
Sém.28 janv. 2014	Glavitto	Jean-Louis	IRCAM	Paris	Oui	Oui	Gare TGV	148,06	
Sém.28 janv. 2014	Josselin	Didier	CNRS-LIA-ESPACE	Avignon	Oui	Non	sur place	0,00	
Sém.28 janv. 2014	Kaufmann-Couiller	Armelle	Univ-Fcomte-THEMA	Besançon	Non	Non	?	0,00	
Sém.28 janv. 2014	Langenou	Eric	Univ Nantes - LINA	Nantes	Non	Oui	?	190,09	
Sém.28 janv. 2014	Le Jard	Lou	ESBA	Le Mans	Oui	Oui	?	85,06	
Sém.28 janv. 2014	Maluli	Marina	Sorbonne-Univ.Sao-paulo	Paris	Oui	Oui	Gare TGV	129,00	
Sém.28 janv. 2014	Moriconi	François	CNRS-LIA-ESPACE	Avignon	Oui	Non	sur place	0,00	
Sém.28 janv. 2014	Plattner	Gilles	MNH-CESCO	Paris	Non	Non	?	232,00	
Sém.28 janv. 2014	Prudhomme	Morgan	Ecole-Sup-Art-Design	Paris	Oui	Oui	Gare TGV	122,00	
Sém.28 janv. 2014	Robinet	Nicolas	CERMISEM	Ardèche	Non	Non	?	0,00	
Sém.28 janv. 2014	Routleau	Guenaelle	Soundcloud	Paris ?	Non	Non	?	212,00	
Sém.28 janv. 2014	Thon	Sébastien	LSIS	Artes	Oui	Oui	gare centre	21,06	
Matériel Audio		Shure SM57LC Bundle II						111,00	
Matériel Audio		M-Audio M-Track						99,00	
Calé petit-déj CROUS		estimation						150,00	
REPAS 18/01/14		estimation						500,00	
				Séminaire CARTOMUSE : Sûr :		15	15		
				Eventuel en +		1	0		
				aller chercher gare TGV			12		
				autre transport éventuel en +			6		
Budget	Labo	gestion							
AGORANTIC	LIA	S. Mouzac	2000						
CNRS	ESPACE	M. Guerin	900		COUT euros		3331,90		
CNRS	GDR MAGIS	M. Gensel	444		Reliquat euros		12,10		

Séminaire MaMux
MaMux : Musique et Mathématiques à l'Université d'Avignon

CartoMuse - Apport de la musique à la carte et réciproquement

Mardi 28 janvier 2014

Université d'Avignon
Entrée libre

Dans le cadre commun du séminaire MaMux et du GDR MAGIS du CNRS, le projet CartoMuse de la Structure Fédérative de Recherche Agorantix de l'Université d'Avignon propose une journée de réflexion et d'échange sur la dialectique entre la musique sous toutes ses formes (sons, accords, harmonies, mélodies, bruitages, etc.) et la carte, comme mode de représentation virtuelle (paysages sonores, cartes mentales) ou réaliste (carte topographique, image, géovisualisation 3D sur internet, etc.)

Par son côté conventionnel (figurés, légendes, sémologie graphique, échelle, etc.), la carte présente une certaine similitude avec un partition, dont l'interprète serait le lecteur de la carte. Le problème fondamental abordé dans cette journée d'étude est le passage du temporel au spatial (et réciproquement), à travers le lien entre la musique et la carte. Ce passage peut s'envisager de plusieurs manières, à des niveaux de complexité variables: représentations spatiales de structures musicales, représentations de structures spatiales à l'aide des outils d'analyse musicale, ou encore dualité des représentations.

Peut-on engendrer des cartes présentant une sémantique et une esthétique significatives, voire minimales, à partir de pièces musicales ? Peut-on proposer des représentations sonores ou musicales de cartes, de manière à aider à la lecture (mal-voyants) ou à l'exploration de structures et de phénomènes géographiques complexes ? Enfin, la troisième aspect du lien entre musique et carte est celui de la synesthésie. Peut-on associer lecture cartographique et musique de manière à aider à décrypter le message d'une carte ou une image ? A l'inverse, les représentations conventionnelles visuelles peuvent-elles faciliter la compréhension de la structure d'une œuvre musicale, et enrichir l'expérience artistique ? Du point de vue formel, l'analyse mathématique des représentations musicales fait usage de représentations spatiales et de calculs spatiaux. A l'inverse, les outils de l'analyse spatiale peuvent-ils enrichir des approches développées dans le contexte musical ? Autant de questions, parmi d'autres, qui peuvent être posées et discutées dans ce séminaire interdisciplinaire.

Ce séminaire CartoMuse préfigure la préparation d'un numéro spécial d'articles scientifiques édité dans la Revue Internationale de Géomathique. Les participants peuvent proposer une présentation, ou venir assister au séminaire en auditeur libre. Le séminaire est gratuit et en langue française. Le projet Cartomuse dispose de 2000 € permettant d'envisager, dans la limite de ce montant, le remboursement des frais de déplacement, en priorité pour les personnes présentant leurs travaux et selon l'attribution de la proposition au séminaire. Les personnes intéressées doivent proposer un titre, un résumé court et des mots clés (maximum 1 page), ainsi qu'éventuellement des éléments concernant leur voyage, et ce impérativement avant le 1er décembre 2013. Le comité statuera sur les frais et leur montant en fonction des propositions.

Organisation:

- Didier Josselin LIA/ESPACE, Avignon
- Olivier Bonin, IFSTTAR, Mame-le-Vallée
- Eitan Altman LIA/INRIA, Avignon
- Jean Bresson, IRCAM, Paris

Muxes 2013-2014-2015-2016-2017-2018-2019-2020-2021-2022-2023-2024-2025-2026-2027-2028-2029-2030-2031-2032-2033-2034-2035-2036-2037-2038-2039-2040-2041-2042-2043-2044-2045-2046-2047-2048-2049-2050-2051-2052-2053-2054-2055-2056-2057-2058-2059-2060-2061-2062-2063-2064-2065-2066-2067-2068-2069-2070-2071-2072-2073-2074-2075-2076-2077-2078-2079-2080-2081-2082-2083-2084-2085-2086-2087-2088-2089-2090-2091-2092-2093-2094-2095-2096-2097-2098-2099-2100-2101-2102-2103-2104-2105-2106-2107-2108-2109-2110-2111-2112-2113-2114-2115-2116-2117-2118-2119-2120-2121-2122-2123-2124-2125-2126-2127-2128-2129-2130-2131-2132-2133-2134-2135-2136-2137-2138-2139-2140-2141-2142-2143-2144-2145-2146-2147-2148-2149-2150-2151-2152-2153-2154-2155-2156-2157-2158-2159-2160-2161-2162-2163-2164-2165-2166-2167-2168-2169-2170-2171-2172-2173-2174-2175-2176-2177-2178-2179-2180-2181-2182-2183-2184-2185-2186-2187-2188-2189-2190-2191-2192-2193-2194-2195-2196-2197-2198-2199-2200-2201-2202-2203-2204-2205-2206-2207-2208-2209-2210-2211-2212-2213-2214-2215-2216-2217-2218-2219-2220-2221-2222-2223-2224-2225-2226-2227-2228-2229-2230-2231-2232-2233-2234-2235-2236-2237-2238-2239-2240-2241-2242-2243-2244-2245-2246-2247-2248-2249-2250-2251-2252-2253-2254-2255-2256-2257-2258-2259-2260-2261-2262-2263-2264-2265-2266-2267-2268-2269-2270-2271-2272-2273-2274-2275-2276-2277-2278-2279-2280-2281-2282-2283-2284-2285-2286-2287-2288-2289-2290-2291-2292-2293-2294-2295-2296-2297-2298-2299-2300-2301-2302-2303-2304-2305-2306-2307-2308-2309-2310-2311-2312-2313-2314-2315-2316-2317-2318-2319-2320-2321-2322-2323-2324-2325-2326-2327-2328-2329-2330-2331-2332-2333-2334-2335-2336-2337-2338-2339-2340-2341-2342-2343-2344-2345-2346-2347-2348-2349-2350-2351-2352-2353-2354-2355-2356-2357-2358-2359-2360-2361-2362-2363-2364-2365-2366-2367-2368-2369-2370-2371-2372-2373-2374-2375-2376-2377-2378-2379-2380-2381-2382-2383-2384-2385-2386-2387-2388-2389-2390-2391-2392-2393-2394-2395-2396-2397-2398-2399-2400-2401-2402-2403-2404-2405-2406-2407-2408-2409-2410-2411-2412-2413-2414-2415-2416-2417-2418-2419-2420-2421-2422-2423-2424-2425-2426-2427-2428-2429-2430-2431-2432-2433-2434-2435-2436-2437-2438-2439-2440-2441-2442-2443-2444-2445-2446-2447-2448-2449-2450-2451-2452-2453-2454-2455-2456-2457-2458-2459-2460-2461-2462-2463-2464-2465-2466-2467-2468-2469-2470-2471-2472-2473-2474-2475-2476-2477-2478-2479-2480-2481-2482-2483-2484-2485-2486-2487-2488-2489-2490-2491-2492-2493-2494-2495-2496-2497-2498-2499-2500-2501-2502-2503-2504-2505-2506-2507-2508-2509-2510-2511-2512-2513-2514-2515-2516-2517-2518-2519-2520-2521-2522-2523-2524-2525-2526-2527-2528-2529-2530-2531-2532-2533-2534-2535-2536-2537-2538-2539-2540-2541-2542-2543-2544-2545-2546-2547-2548-2549-2550-2551-2552-2553-2554-2555-2556-2557-2558-2559-2560-2561-2562-2563-2564-2565-2566-2567-2568-2569-2570-2571-2572-2573-2574-2575-2576-2577-2578-2579-2580-2581-2582-2583-2584-2585-2586-2587-2588-2589-2590-2591-2592-2593-2594-2595-2596-2597-2598-2599-2600-2601-2602-2603-2604-2605-2606-2607-2608-2609-2610-2611-2612-2613-2614-2615-2616-2617-2618-2619-2620-2621-2622-2623-2624-2625-2626-2627-2628-2629-2630-2631-2632-2633-2634-2635-2636-2637-2638-2639-2640-2641-2642-2643-2644-2645-2646-2647-2648-2649-2650-2651-2652-2653-2654-2655-2656-2657-2658-2659-2660-2661-2662-2663-2664-2665-2666-2667-2668-2669-2670-2671-2672-2673-2674-2675-2676-2677-2678-2679-2680-2681-2682-2683-2684-2685-2686-2687-2688-2689-2690-2691-2692-2693-2694-2695-2696-2697-2698-2699-2700-2701-2702-2703-2704-2705-2706-2707-2708-2709-2710-2711-2712-2713-2714-2715-2716-2717-2718-2719-2720-2721-2722-2723-2724-2725-2726-2727-2728-2729-2730-2731-2732-2733-2734-2735-2736-2737-2738-2739-2740-2741-2742-2743-2744-2745-2746-2747-2748-2749-2750-2751-2752-2753-2754-2755-2756-2757-2758-2759-2760-2761-2762-2763-2764-2765-2766-2767-2768-2769-2770-2771-2772-2773-2774-2775-2776-2777-2778-2779-2780-2781-2782-2783-2784-2785-2786-2787-2788-2789-2790-2791-2792-2793-2794-2795-2796-2797-2798-2799-2800-2801-2802-2803-2804-2805-2806-2807-2808-2809-2810-2811-2812-2813-2814-2815-2816-2817-2818-2819-2820-2821-2822-2823-2824-2825-2826-2827-2828-2829-2830-2831-2832-2833-2834-2835-2836-2837-2838-2839-2840-2841-2842-2843-2844-2845-2846-2847-2848-2849-2850-2851-2852-2853-2854-2855-2856-2857-2858-2859-2860-2861-2862-2863-2864-2865-2866-2867-2868-2869-2870-2871-2872-2873-2874-2875-2876-2877-2878-2879-2880-2881-2882-2883-2884-2885-2886-2887-2888-2889-2890-2891-2892-2893-2894-2895-2896-2897-2898-2899-2900-2901-2902-2903-2904-2905-2906-2907-2908-2909-2910-2911-2912-2913-2914-2915-2916-2917-2918-2919-2920-2921-2922-2923-2924-2925-2926-2927-2928-2929-2930-2931-2932-2933-2934-2935-2936-2937-2938-2939-2940-2941-2942-2943-2944-2945-2946-2947-2948-2949-2950-2951-2952-2953-2954-2955-2956-2957-2958-2959-2960-2961-2962-2963-2964-2965-2966-2967-2968-2969-2970-2971-2972-2973-2974-2975-2976-2977-2978-2979-2980-2981-2982-2983-2984-2985-2986-2987-2988-2989-2990-2991-2992-2993-2994-2995-2996-2997-2998-2999-3000-3001-3002-3003-3004-3005-3006-3007-3008-3009-3010-3011-3012-3013-3014-3015-3016-3017-3018-3019-3020-3021-3022-3023-3024-3025-3026-3027-3028-3029-3030-3031-3032-3033-3034-3035-3036-3037-3038-3039-3040-3041-3042-3043-3044-3045-3046-3047-3048-3049-3050-3051-3052-3053-3054-3055-3056-3057-3058-3059-3060-3061-3062-3063-3064-3065-3066-3067-3068-3069-3070-3071-3072-3073-3074-3075-3076-3077-3078-3079-3080-3081-3082-3083-3084-3085-3086-3087-3088-3089-3090-3091-3092-3093-3094-3095-3096-3097-3098-3099-3100-3101-3102-3103-3104-3105-3106-3107-3108-3109-3110-3111-3112-3113-3114-3115-3116-3117-3118-3119-3120-3121-3122-3123-3124-3125-3126-3127-3128-3129-3130-3131-3132-3133-3134-3135-3136-3137-3138-3139-3140-3141-3142-3143-3144-3145-3146-3147-3148-3149-3150-3151-3152-3153-3154-3155-3156-3157-3158-3159-3160-3161-3162-3163-3164-3165-3166-3167-3168-3169-3170-3171-3172-3173-3174-3175-3176-3177-3178-3179-3180-3181-3182-3183-3184-3185-3186-3187-3188-3189-3190-3191-3192-3193-3194-3195-3196-3197-3198-3199-3200-3201-3202-3203-3204-3205-3206-3207-3208-3209-3210-3211-3212-3213-3214-3215-3216-3217-3218-3219-3220-3221-3222-3223-3224-3225-3226-3227-3228-3229-3230-3231-3232-3233-3234-3235-3236-3237-3238-3239-3240-3241-3242-3243-3244-3245-3246-3247-3248-3249-3250-3251-3252-3253-3254-3255-3256-3257-3258-3259-3260-3261-3262-3263-3264-3265-3266-3267-3268-3269-3270-3271-3272-3273-3274-3275-3276-3277-3278-3279-3280-3281-3282-3283-3284-3285-3286-3287-3288-3289-3290-3291-3292-3293-3294-3295-3296-3297-3298-3299-3300-3301-3302-3303-3304-3305-3306-3307-3308-3309-3310-3311-3312-3313-3314-3315-3316-3317-3318-3319-3320-3321-3322-3323-3324-3325-3326-3327-3328-3329-3330-3331-3332-3333-3334-3335-3336-3337-3338-3339-3340-3341-3342-3343-3344-3345-3346-3347-3348-3349-3350-3351-3352-3353-3354-3355-3356-3357-3358-3359-3360-3361-3362-3363-3364-3365-3366-3367-3368-3369-3370-3371-3372-3373-3374-3375-3376-3377-3378-3379-3380-3381-3382-3383-3384-3385-3386-3387-3388-3389-3390-3391-3392-3393-3394-3395-3396-3397-3398-3399-3400-3401-3402-3403-3404-3405-3406-3407-3408-3409-3410-3411-3412-3413-3414-3415-3416-3417-3418-3419-3420-3421-3422-3423-3424-3425-3426-3427-3428-3429-3430-3431-3432-3433-3434-3435-3436-3437-3438-3439-3440-3441-3442-3443-3444-3445-3446-3447-3448-3449-3450-3451-3452-3453-3454-3455-3456-3457-3458-3459-3460-3461-3462-3463-3464-3465-3466-3467-3468-3469-3470-3471-3472-3473-3474-3475-3476-3477-3478-3479-3480-3481-3482-3483-3484-3485-3486-3487-3488-3489-3490-3491-3492-3493-3494-3495-3496-3497-3498-3499-3500-3501-3502-3503-3504-3505-3506-3507-3508-3509-3510-3511-3512-3513-3514-3515-3516-3517-3518-3519-3520-3521-3522-3523-3524-3525-3526-3527-3528-3529-3530-3531-3532-3533-3534-3535-3536-3537-3538-3539-3540-3541-3542-3543-3544-3545-3546-3547-3548-3549-3550-3551-3552-3553-3554-3555-3556-3557-3558-3559-3560-3561-3562-3563-3564-3565-3566-3567-3568-3569-3570-3571-3572-3573-3574-3575-3576-3577-3578-3579-3580-3581-3582-3583-3584-3585-3586-3587-3588-3589-3590-3591-3592-3593-3594-3595-3596-3597-3598-3599-3600-3601-3602-3603-3604-3605-3606-3607-3608-3609-3610-3611-3612-3613-3614-3615-3616-361

