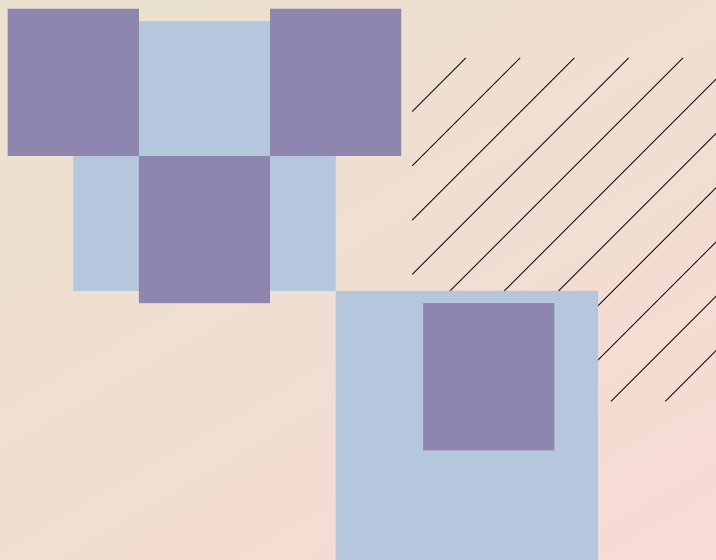


Définition d'un agenda pour le calcul de similarités à différentes échelles avec l'Algorithme Cognitif.

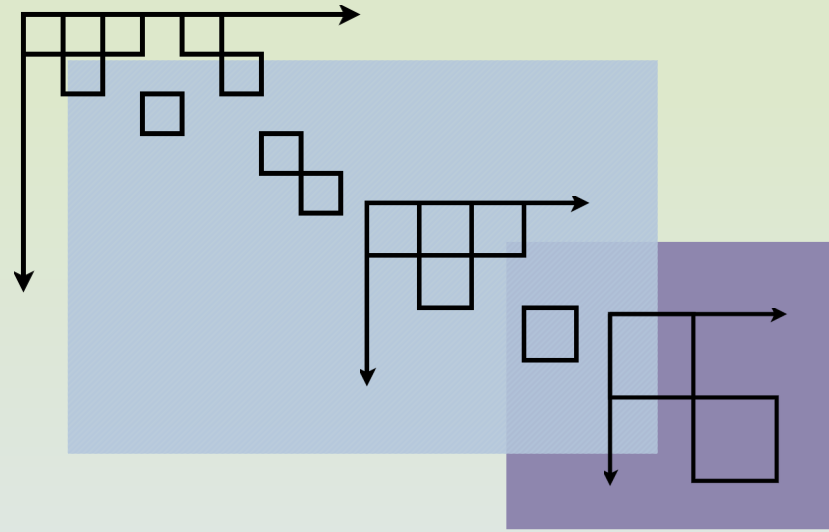
Joséphine Calandra

sous la direction de Jean-Marc Chauvel et Myriam Desainte-Catherine

1ères Journées de l'Atelier Musiscale, 6-7 octobre 2022

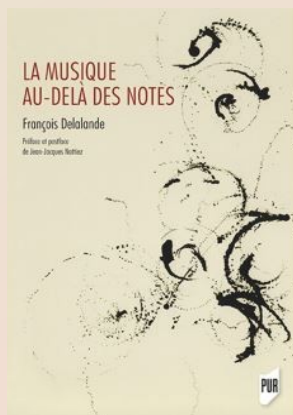
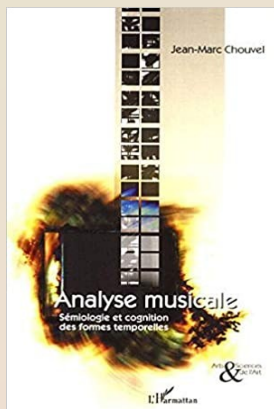


INTRODUCTION



Objectifs de la recherche

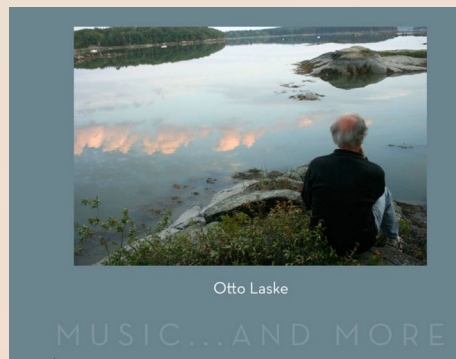
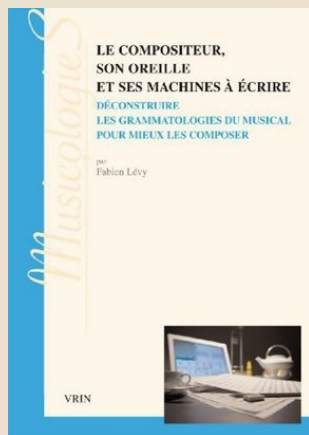
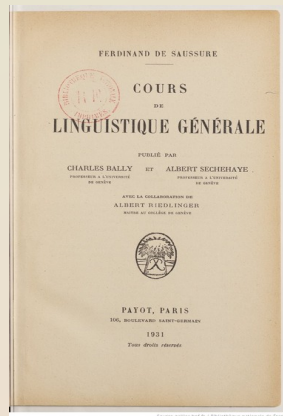
- Modèle d'écoute
 - contraintes de l'écoute
 - Multi-échelle
 - Multi-dimensionnel : définition de l'agenda



- Chouvel, J.-M. *Analyse Musicale, sémiologie et cognition des formes temporelles*, L'Harmattan, Paris, 2006.
- Delalande, F. *La musique au-delà des notes*. Presse Universitaires de Rennes, 2019.

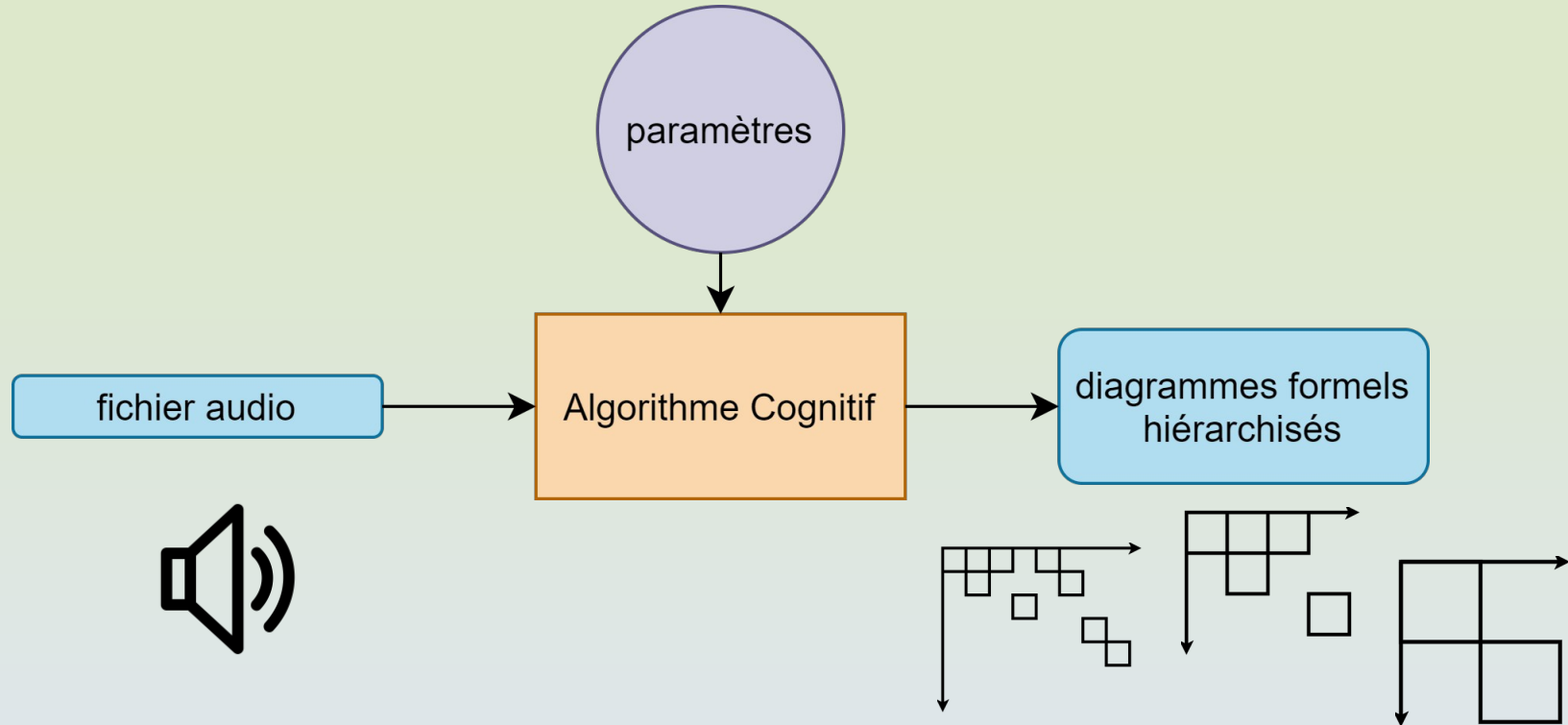
Objectifs de la recherche

- Modèle structurant
 - Analyse paradigmatic
 - Phénomènes d'attention



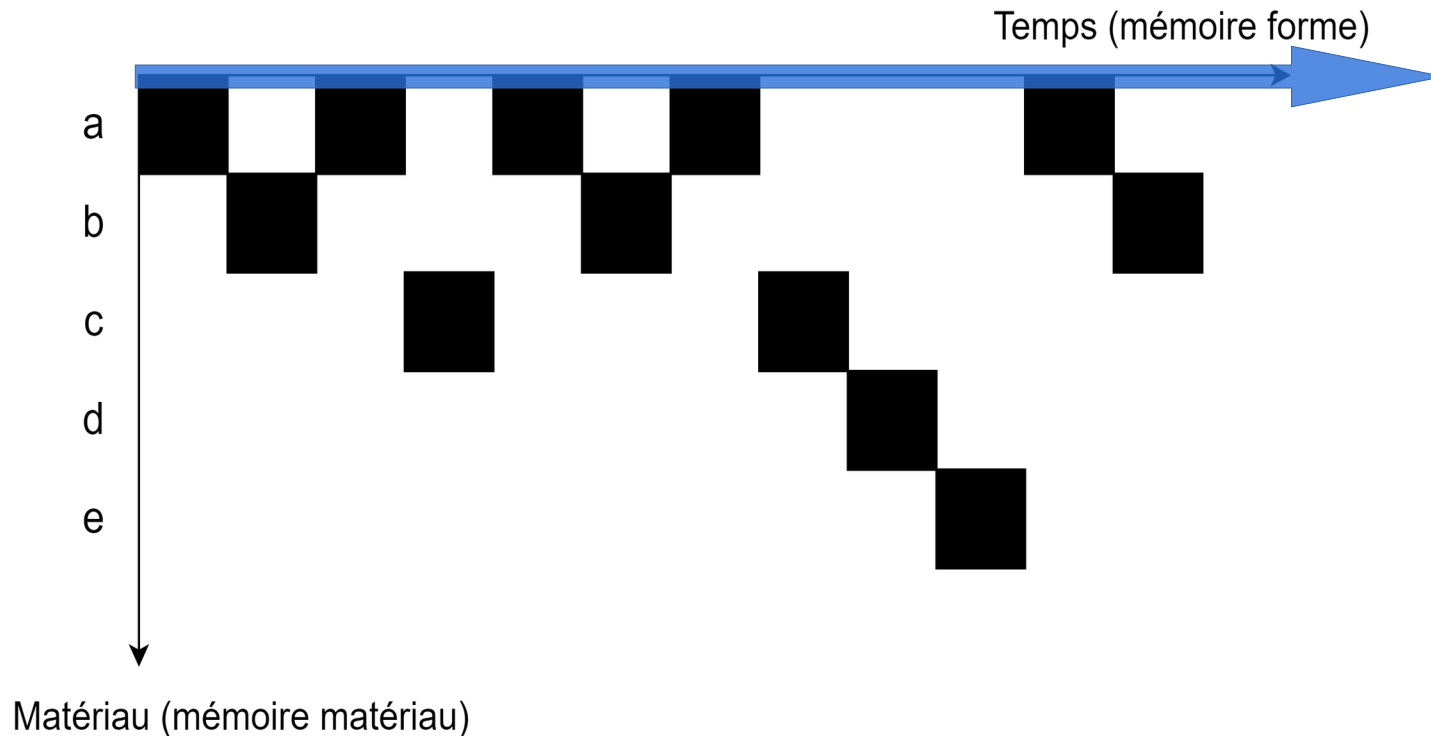
- De Saussure, *F. Cours de linguistique générale*. Payot, Paris, 1906.
- Laske, O.E. *Music, Memory and Thought, explorations in Cognitive Musicology*. University Microfilms, International, Ann Arbor (MI), 1977.
- Levy, F. *Le compositeur, son oreille et ses machines à écrire, Déconstruire les grammalogies du musical pour mieux les composer*, Vrin, 2014

Présentation de l'algorithme cognitif



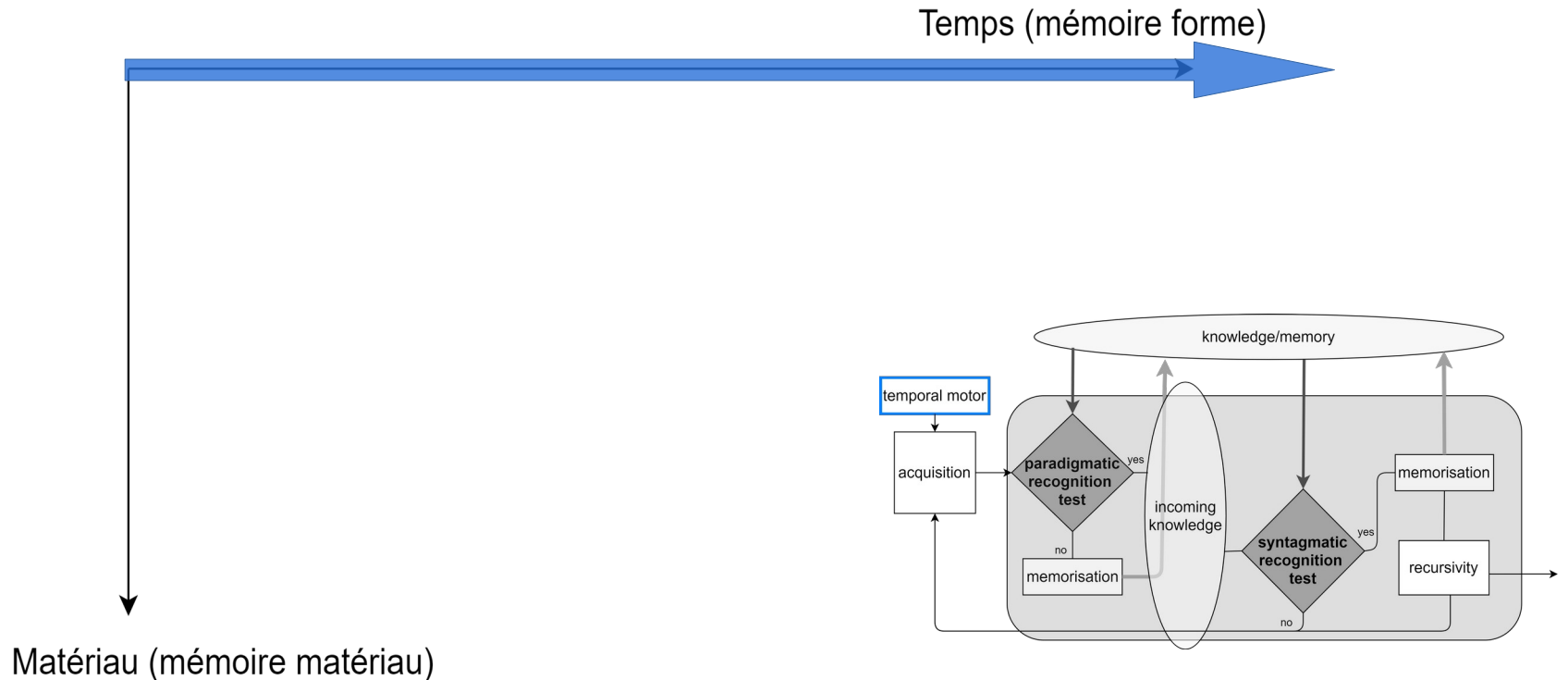
Présentation du diagramme formel

Diagramme Formel de la musique associée à la
séquence d'objets encodés « abacabacdeab »



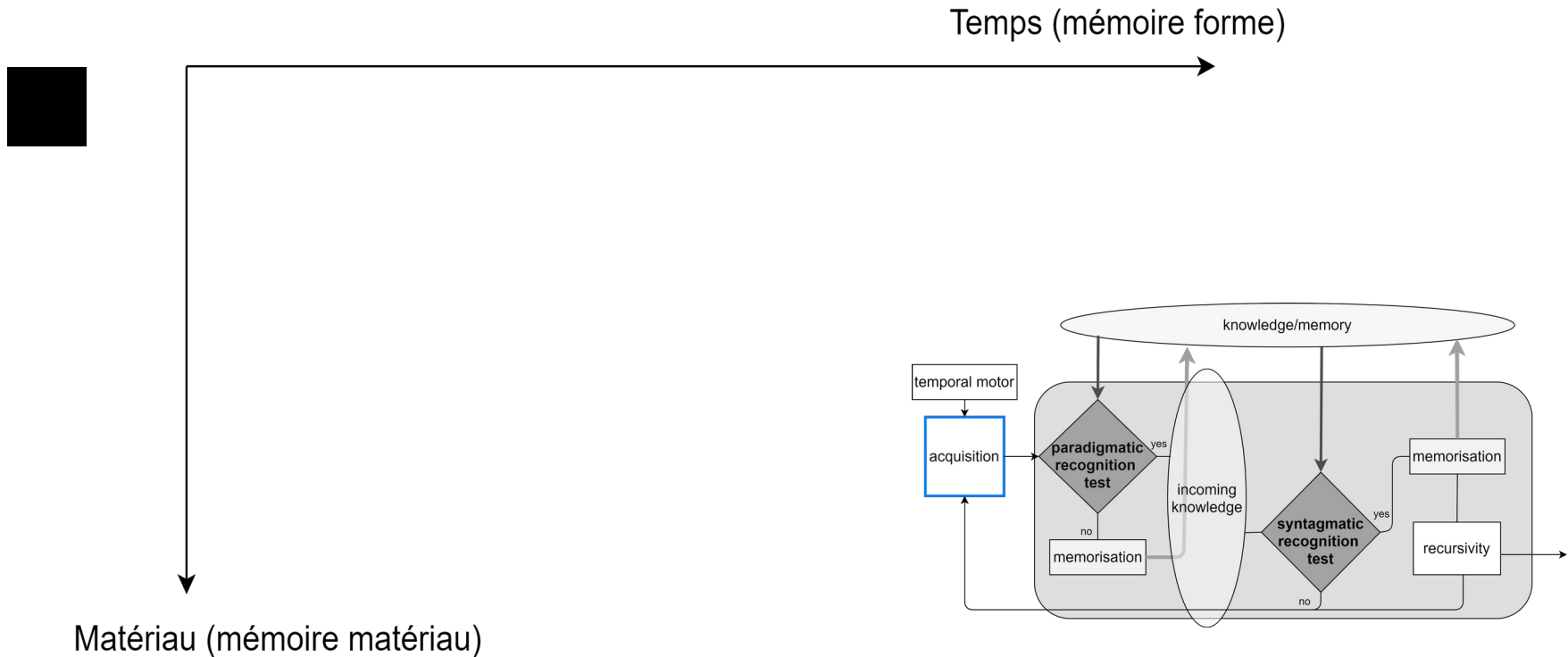
Présentation du diagramme formel

Diagramme Formel de la musique associée à la
séquence d'objets encodés « abacabacdeab »



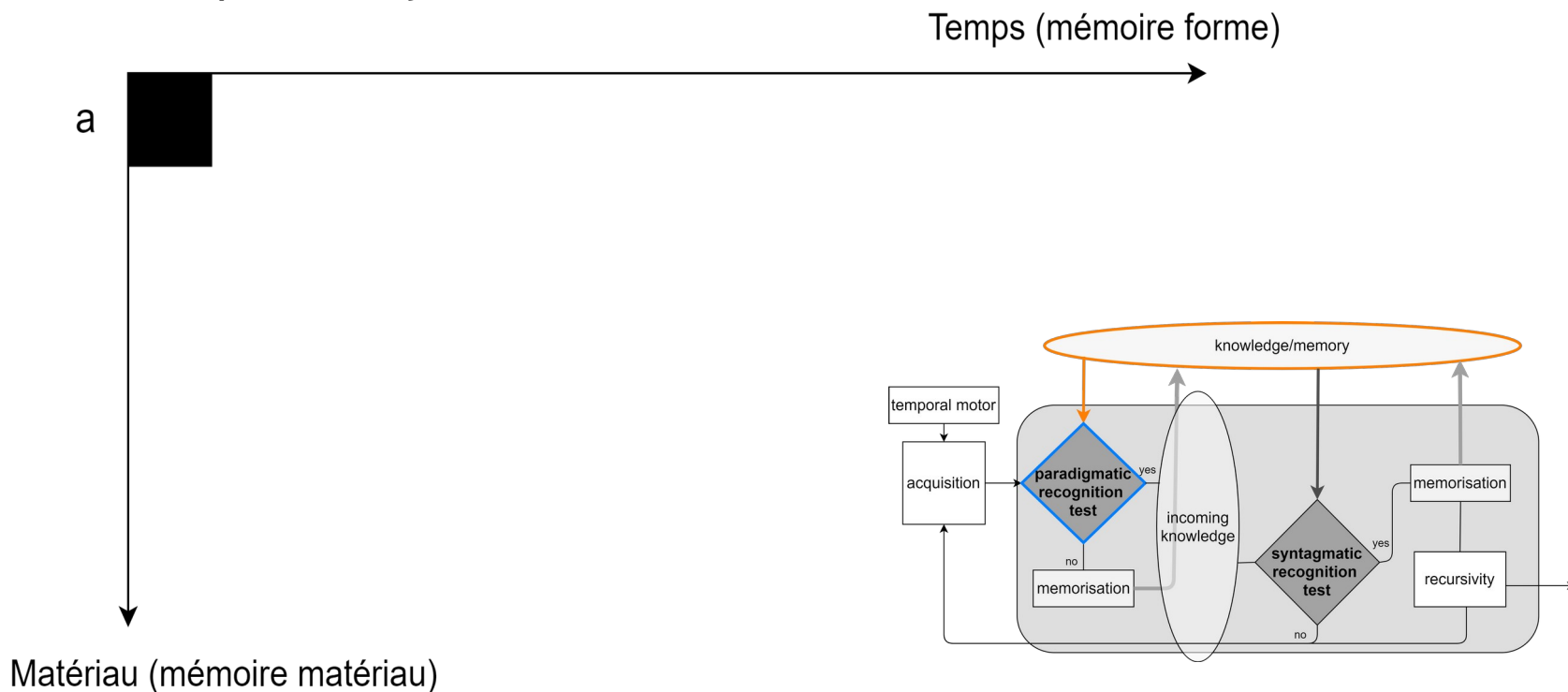
Présentation du diagramme formel

Diagramme Formel de la musique associée à la
séquence d'objets encodés « abacabacdeab »



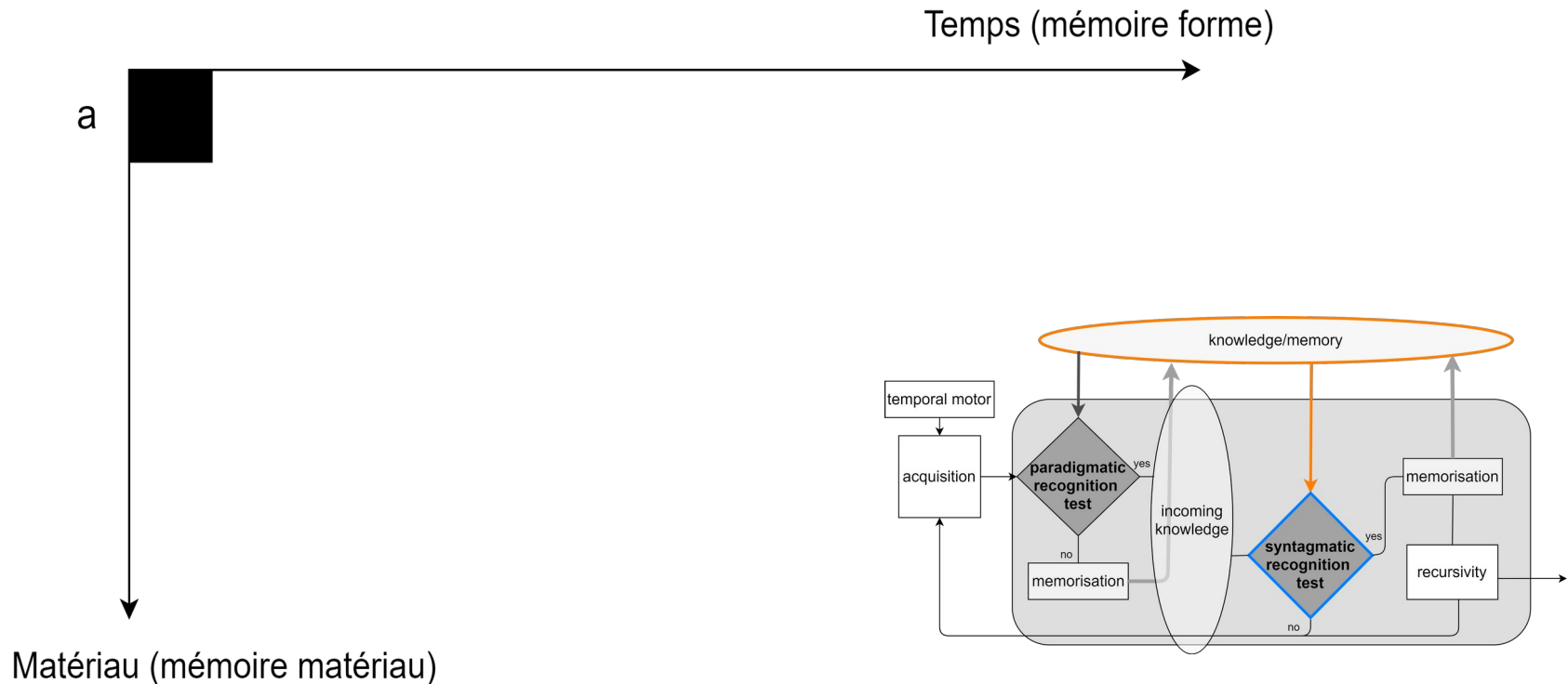
Présentation du diagramme formel

Diagramme Formel de la musique associée à la
séquence d'objets encodés « abacabacdeab »



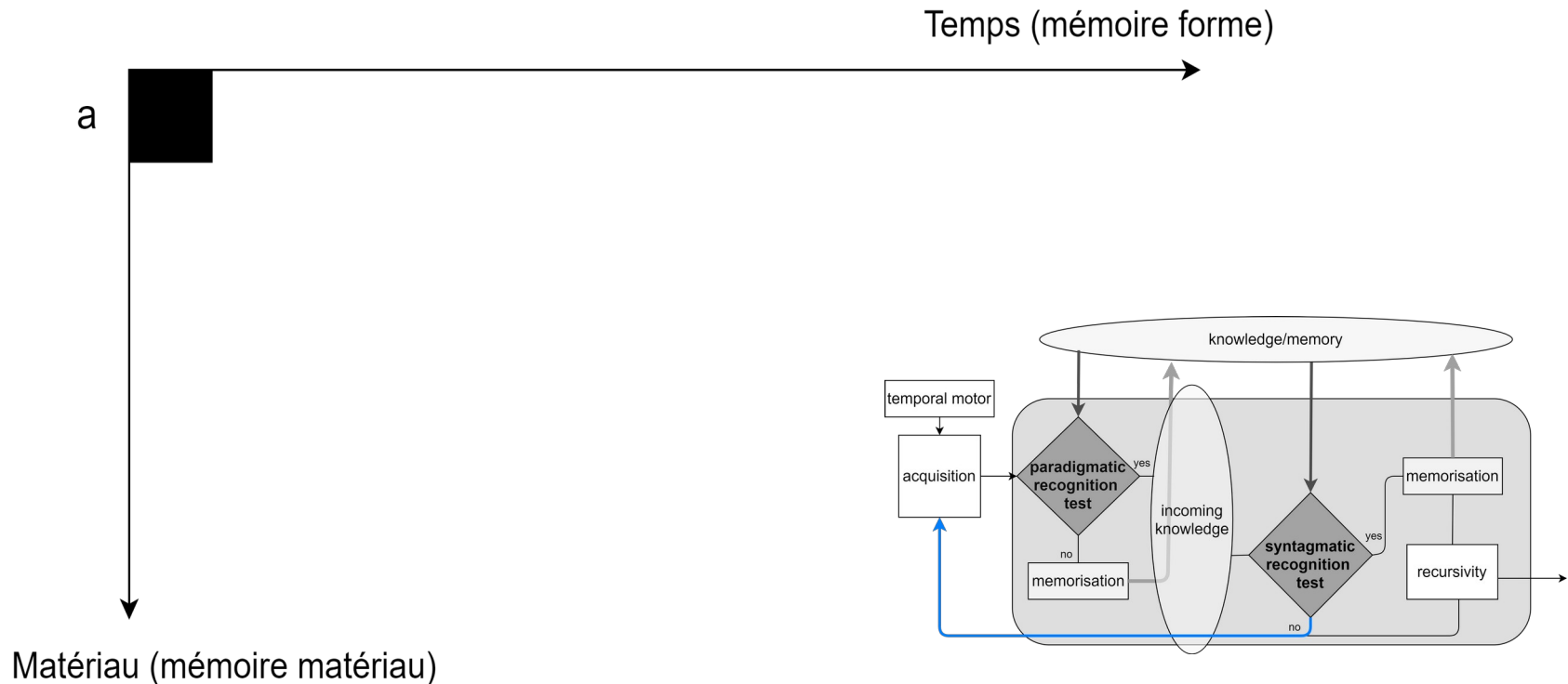
Présentation du diagramme formel

Diagramme Formel de la musique associée à la
séquence d'objets encodés « abacabacdeab »



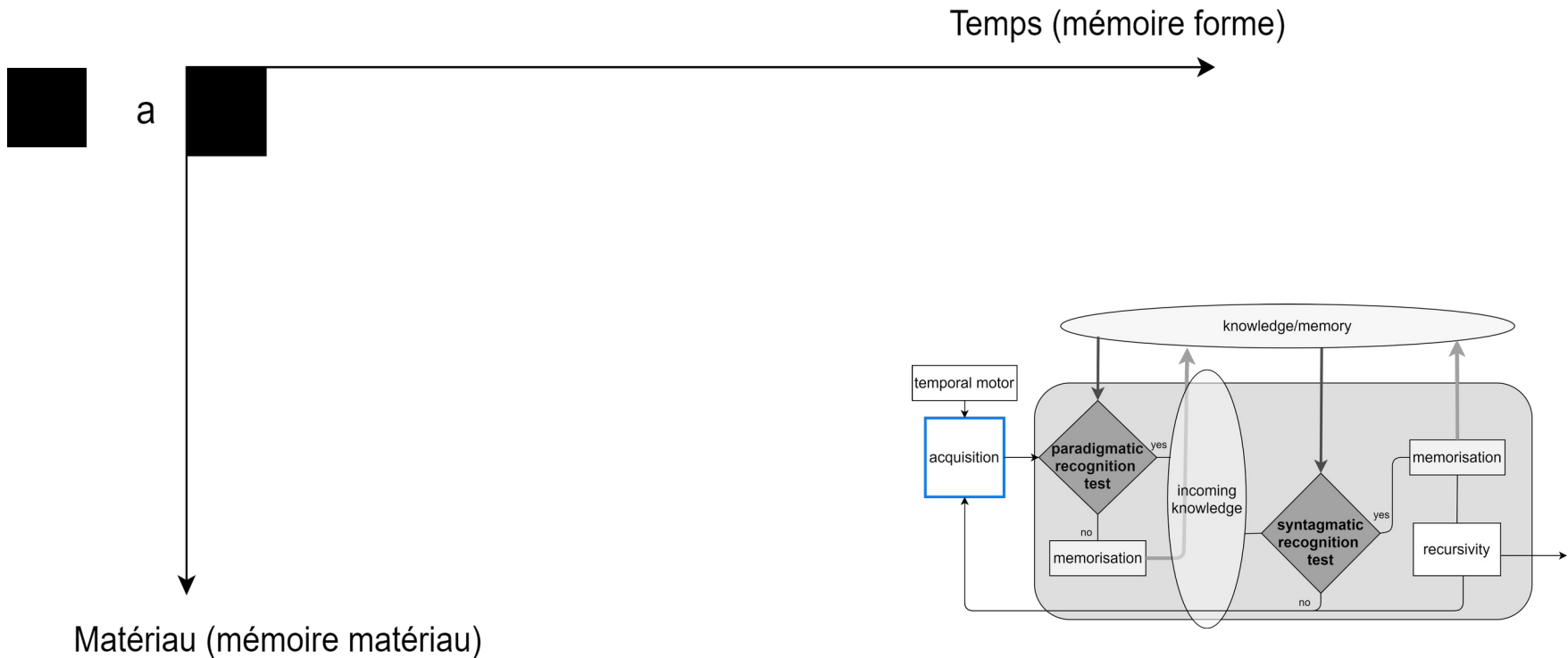
Présentation du diagramme formel

Diagramme Formel de la musique associée à la
séquence d'objets encodés « abacabacdeab »



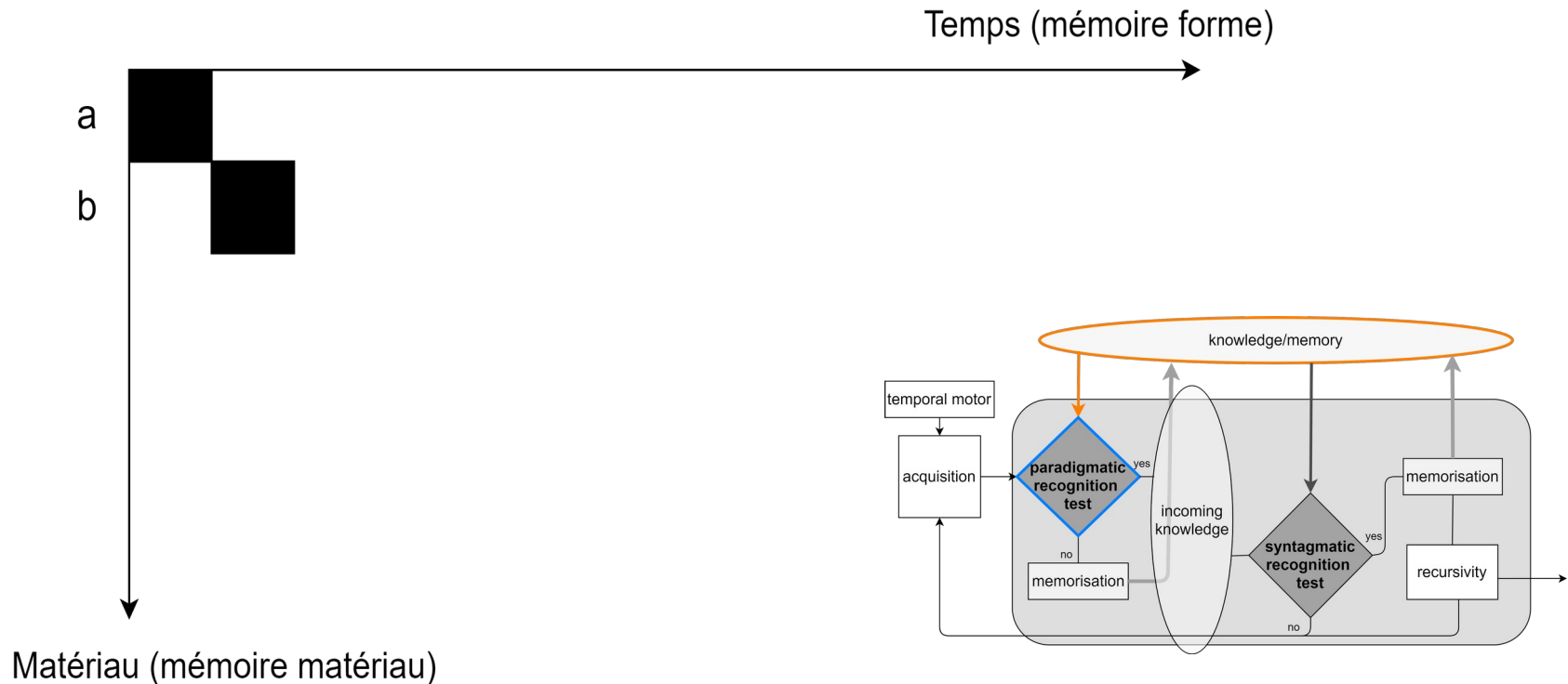
Présentation du diagramme formel

Diagramme Formel de la musique associée à la
séquence d'objets encodés « abacabacdeab »



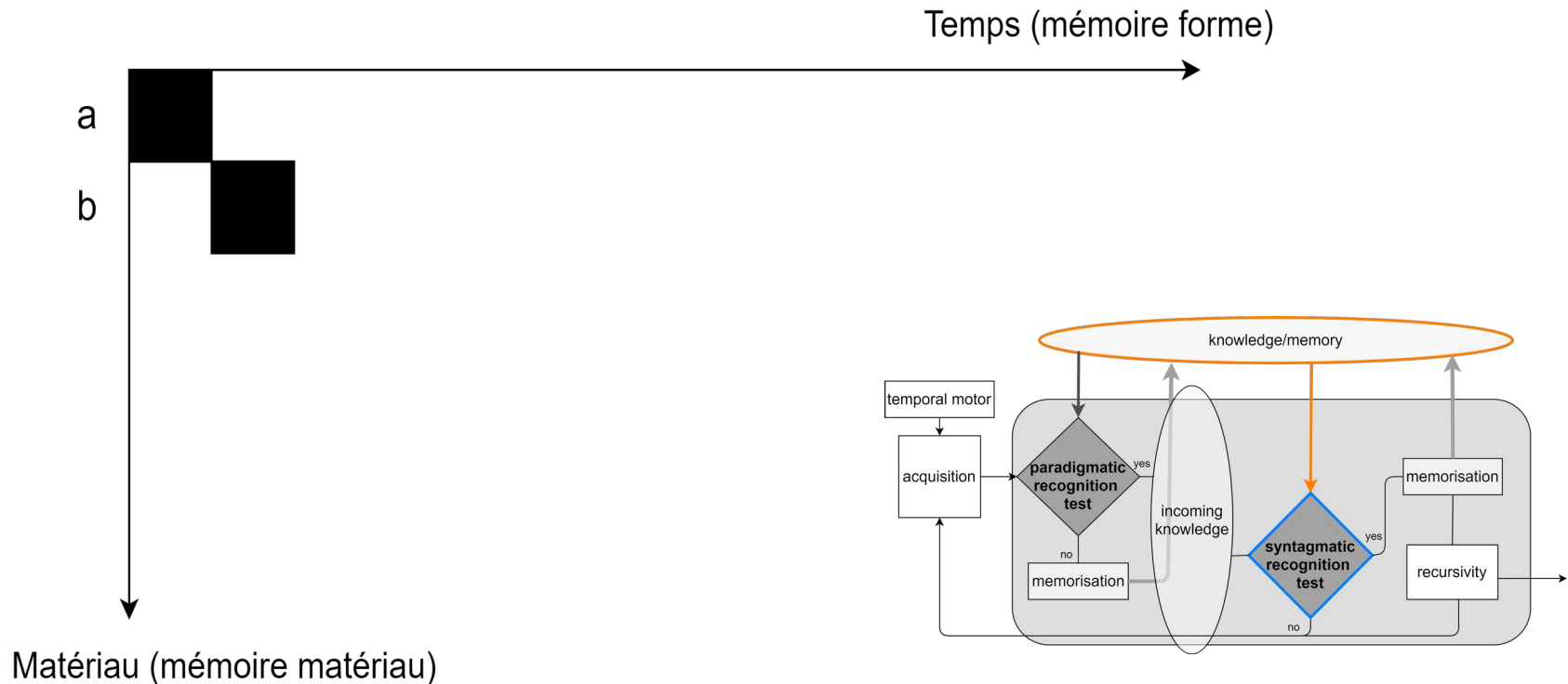
Présentation du diagramme formel

Diagramme Formel de la musique associée à la
séquence d'objets encodés « abacabacdeab »



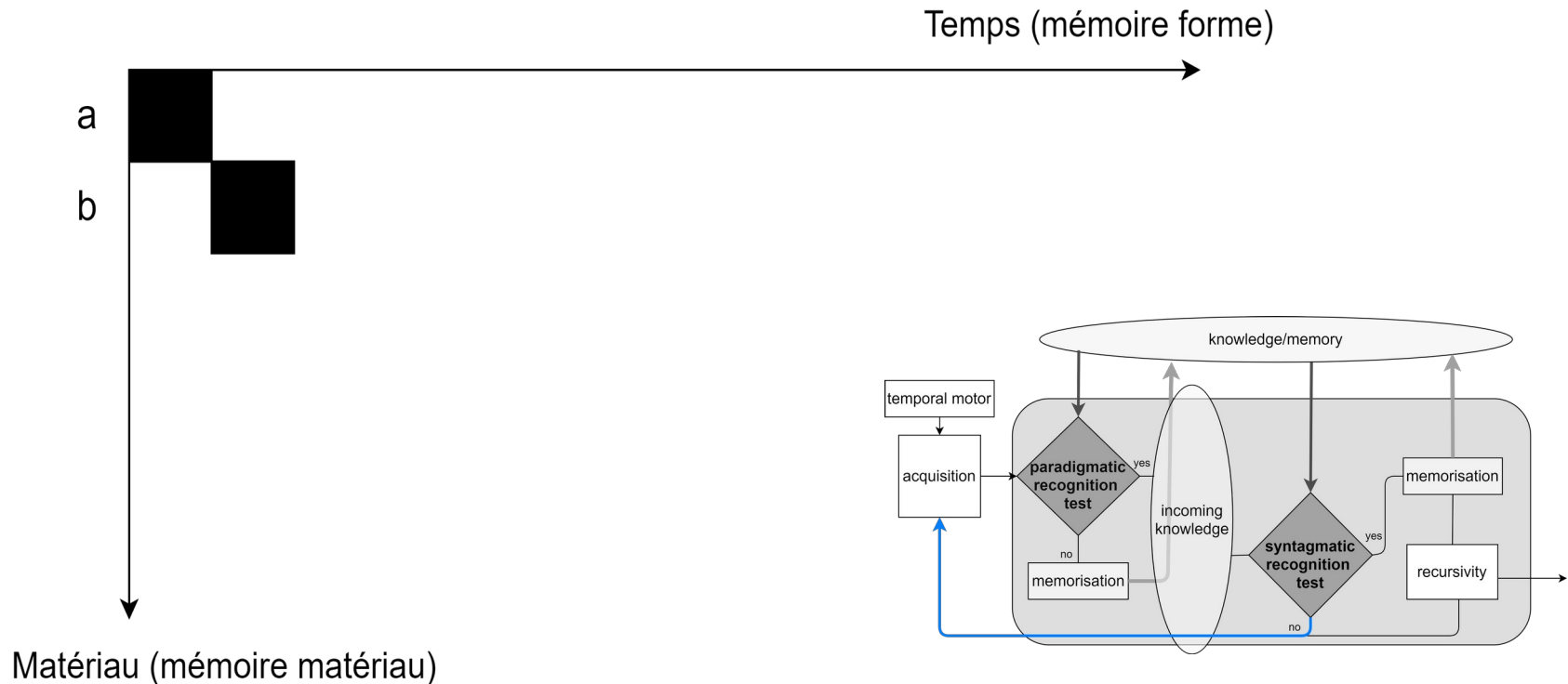
Présentation du diagramme formel

Diagramme Formel de la musique associée à la
séquence d'objets encodés « abacabacdeab »



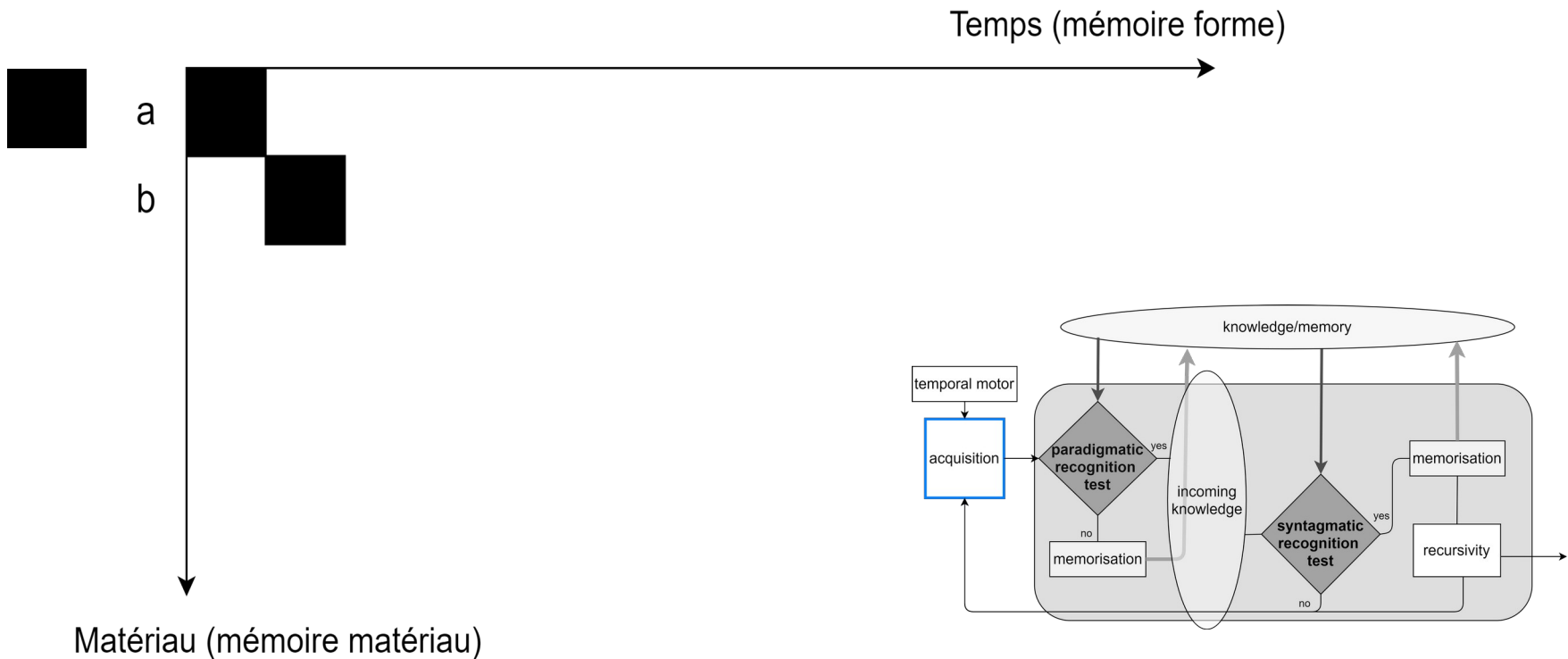
Présentation du diagramme formel

Diagramme Formel de la musique associée à la
séquence d'objets encodés « abacabacdeab »



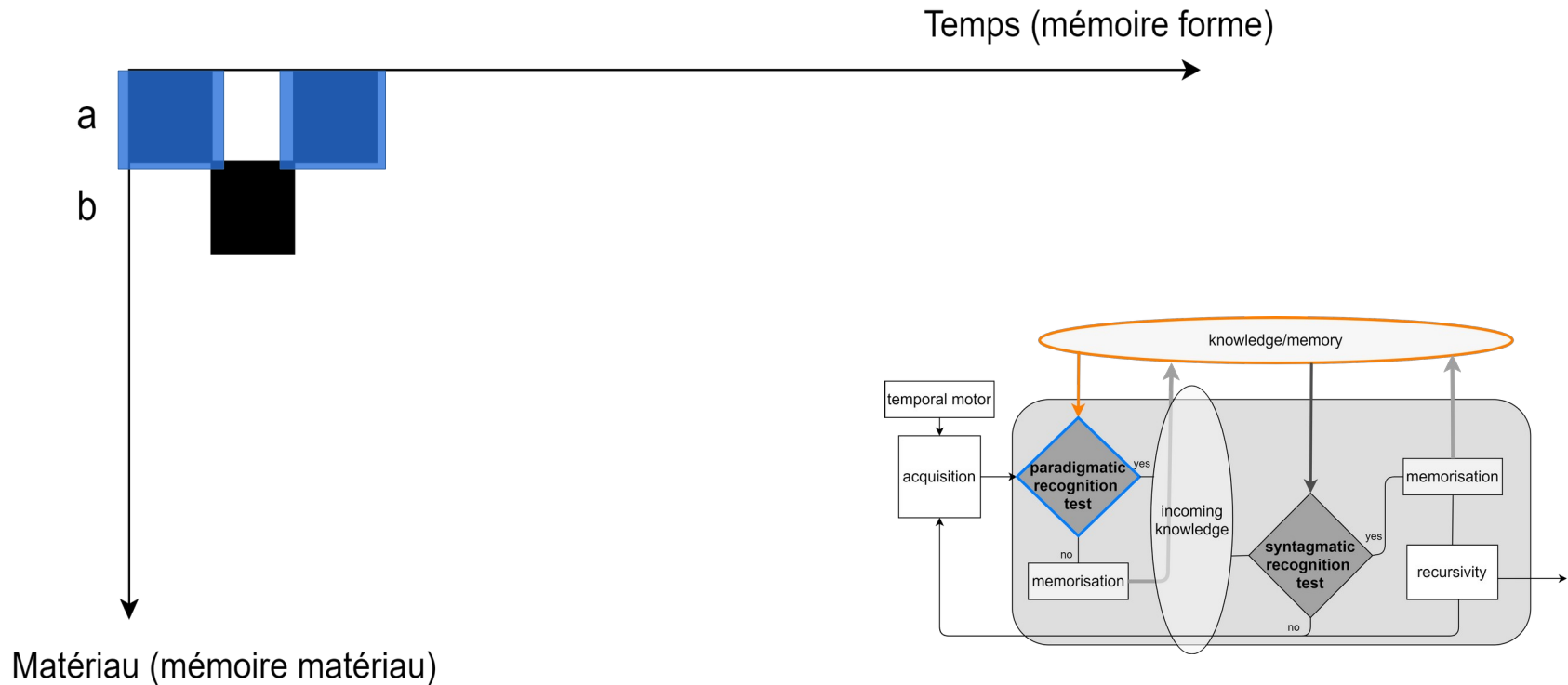
Présentation du diagramme formel

Diagramme Formel de la musique associée à la
séquence d'objets encodés « abacabacdeab »



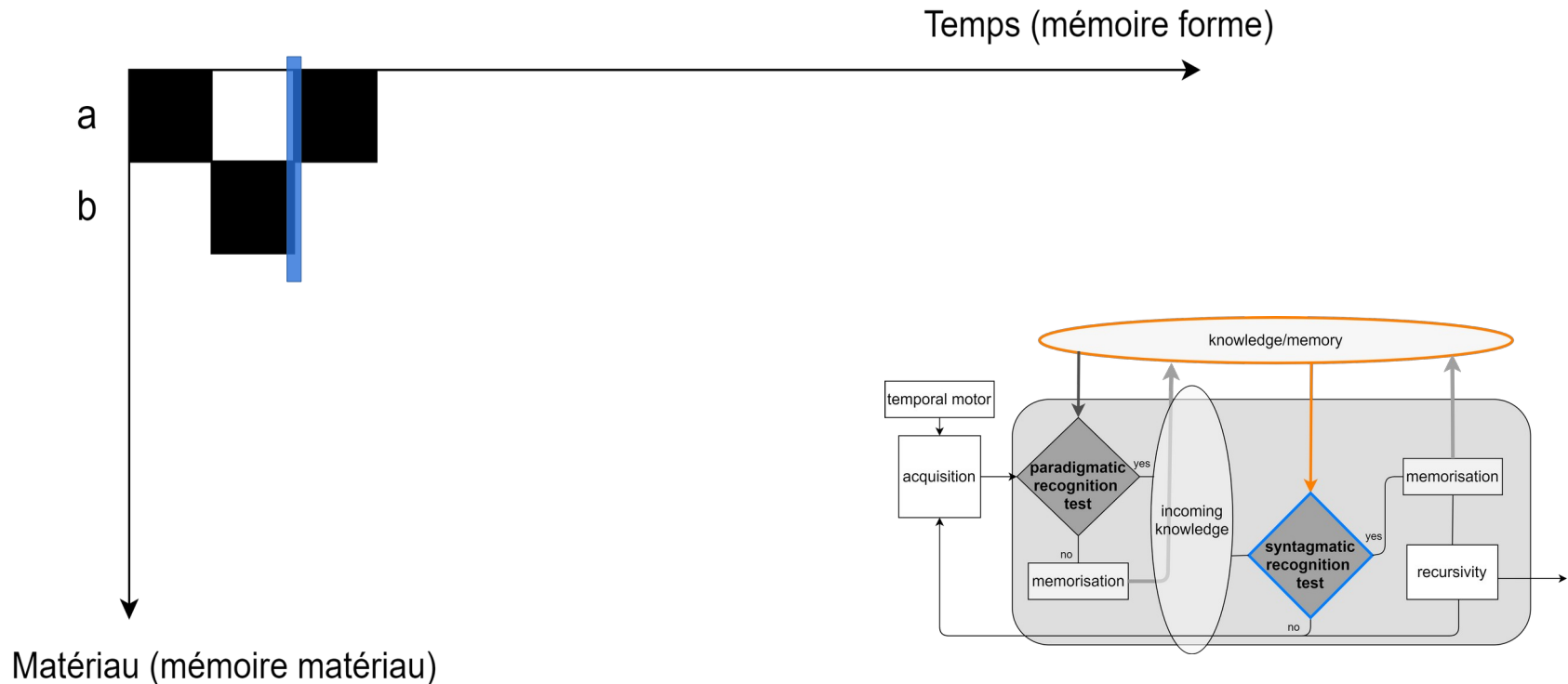
Présentation du diagramme formel

Diagramme Formel de la musique associée à la
séquence d'objets encodés « abacabacdeab »



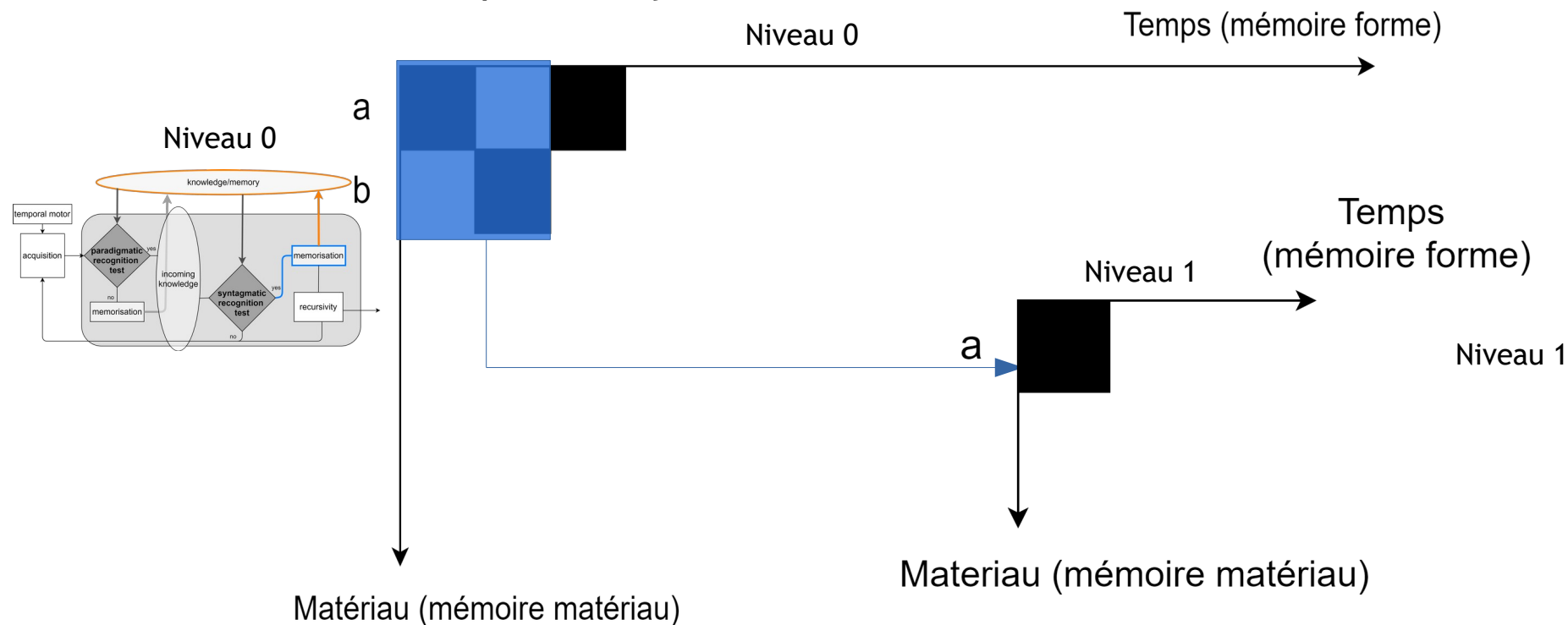
Présentation du diagramme formel

Diagramme Formel de la musique associée à la
séquence d'objets encodés « abacabacdeab »



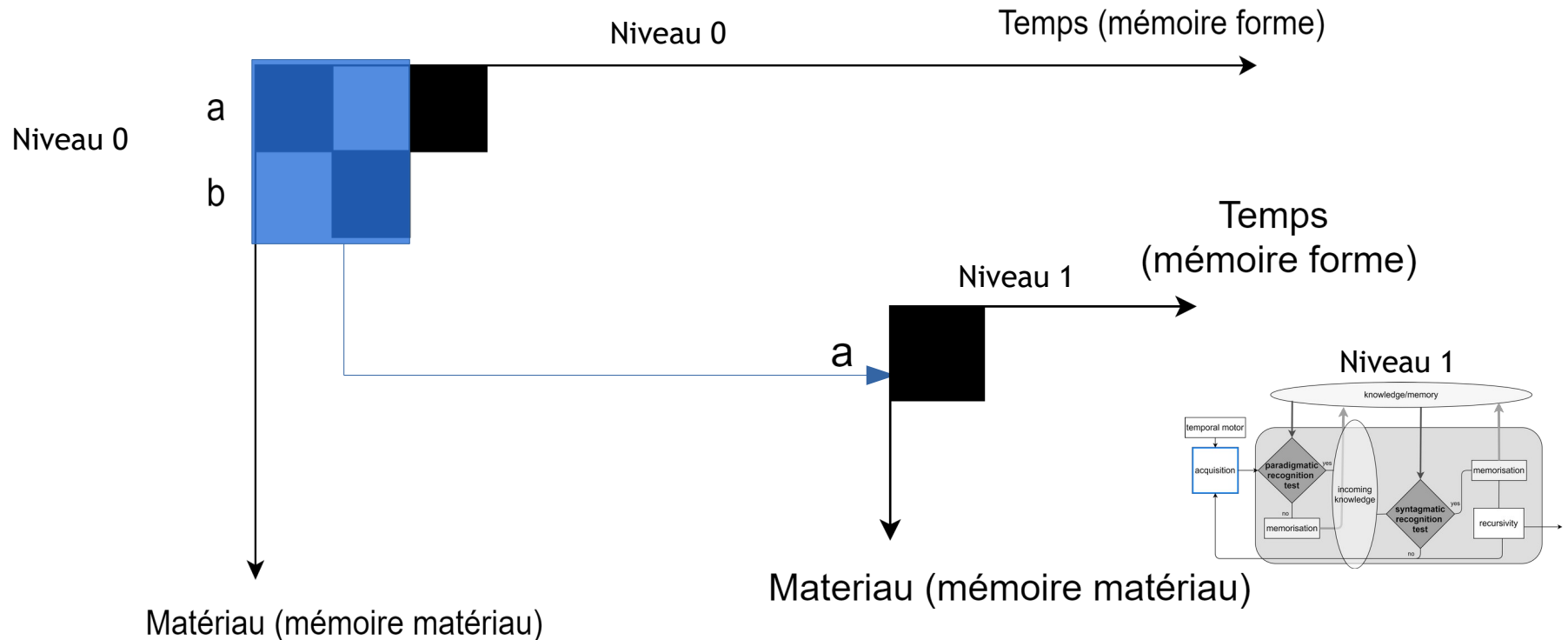
Présentation du diagramme formel

Diagramme Formel de la musique associée à la
séquence d'objets encodés « abacabacdeab »



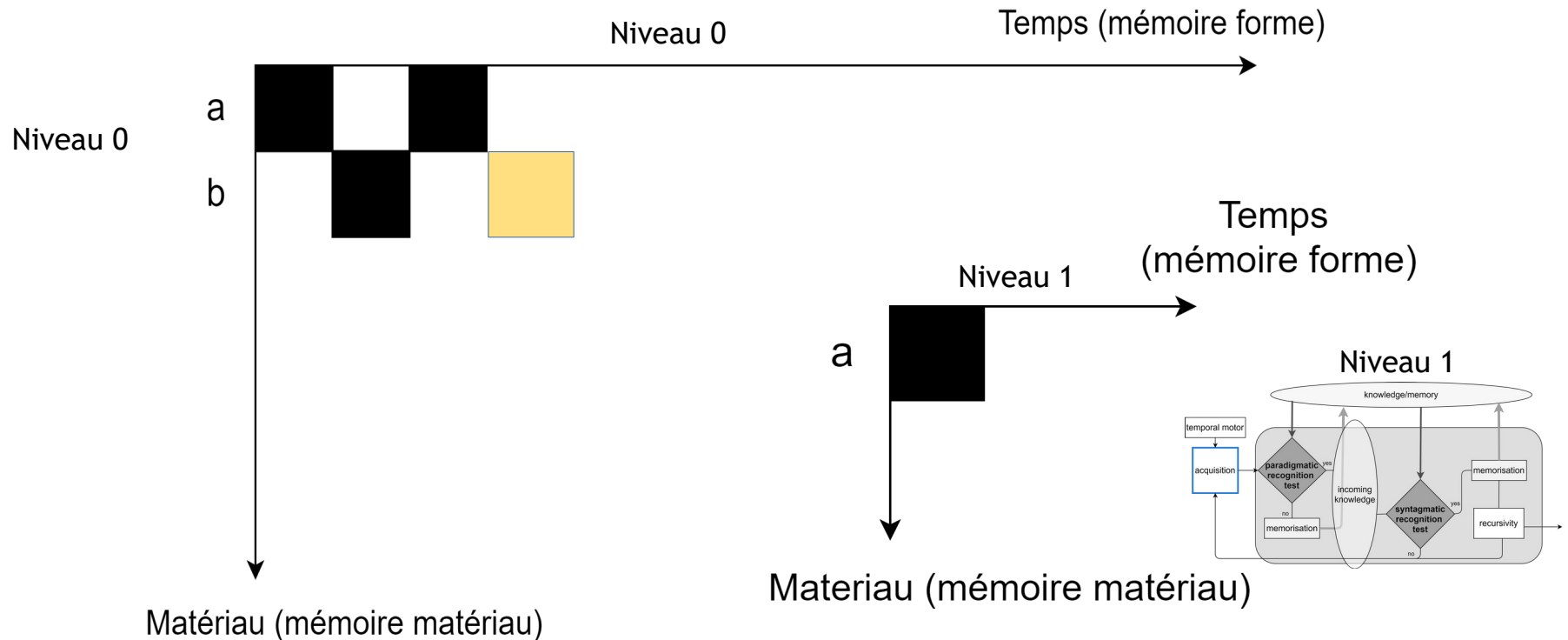
Présentation du diagramme formel

Diagramme Formel de la musique associée à la
séquence d'objets encodés « abacabacdeab »



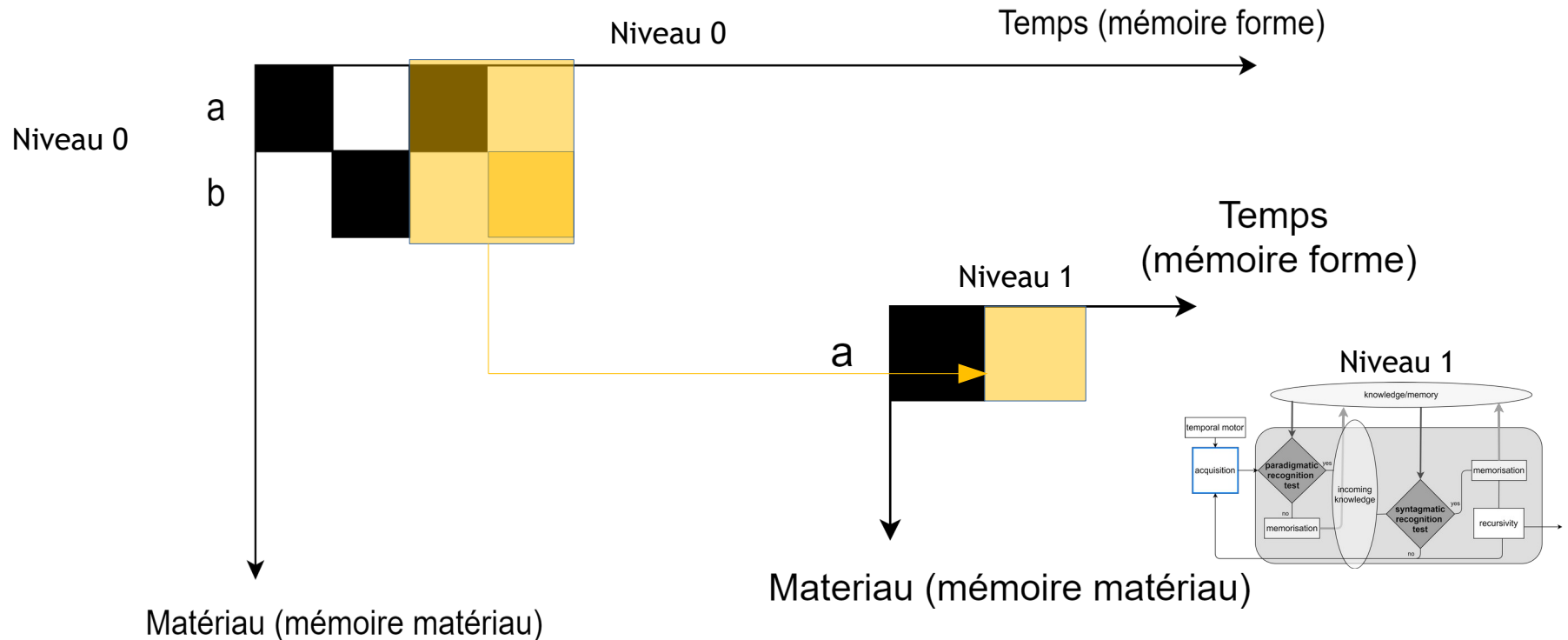
Présentation du diagramme formel

Diagramme Formel de la musique associée à la
séquence d'objets encodés « abacabacdeab »



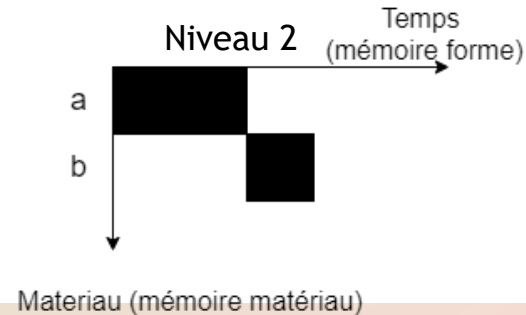
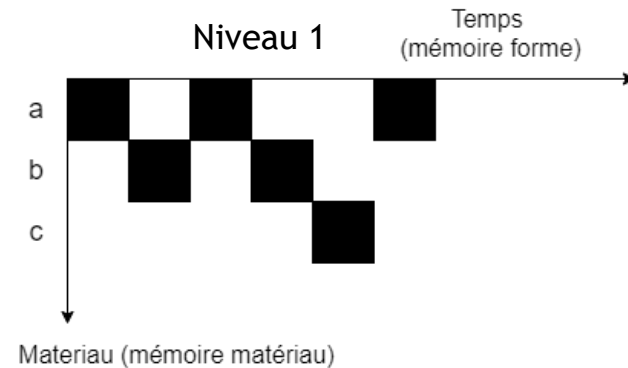
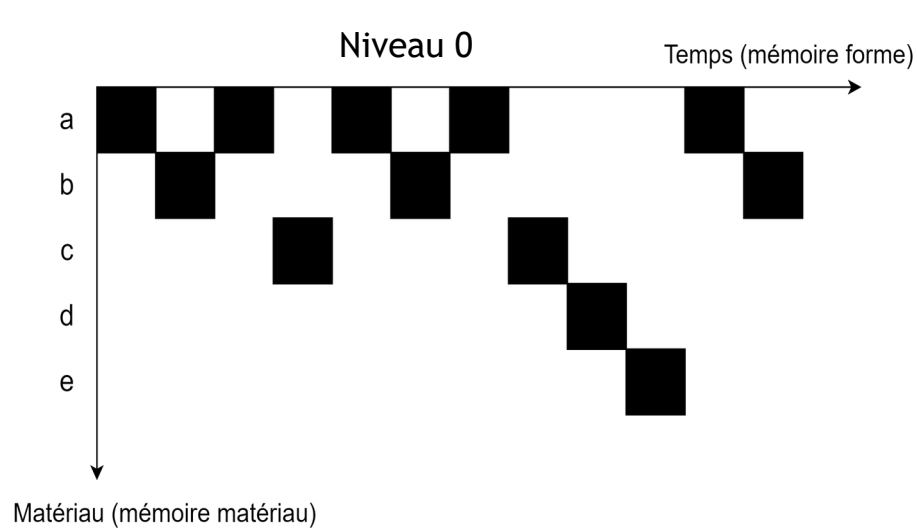
Présentation du diagramme formel

Diagramme Formel de la musique associée à la
séquence d'objets encodés « abacabacdeab »

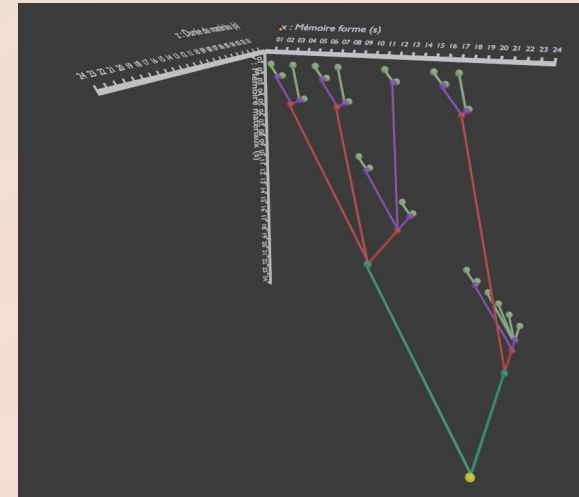
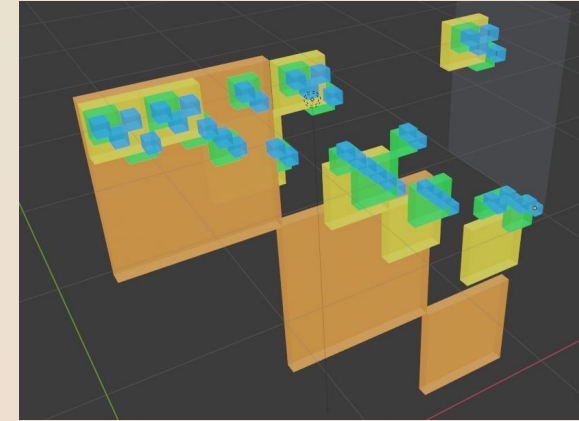
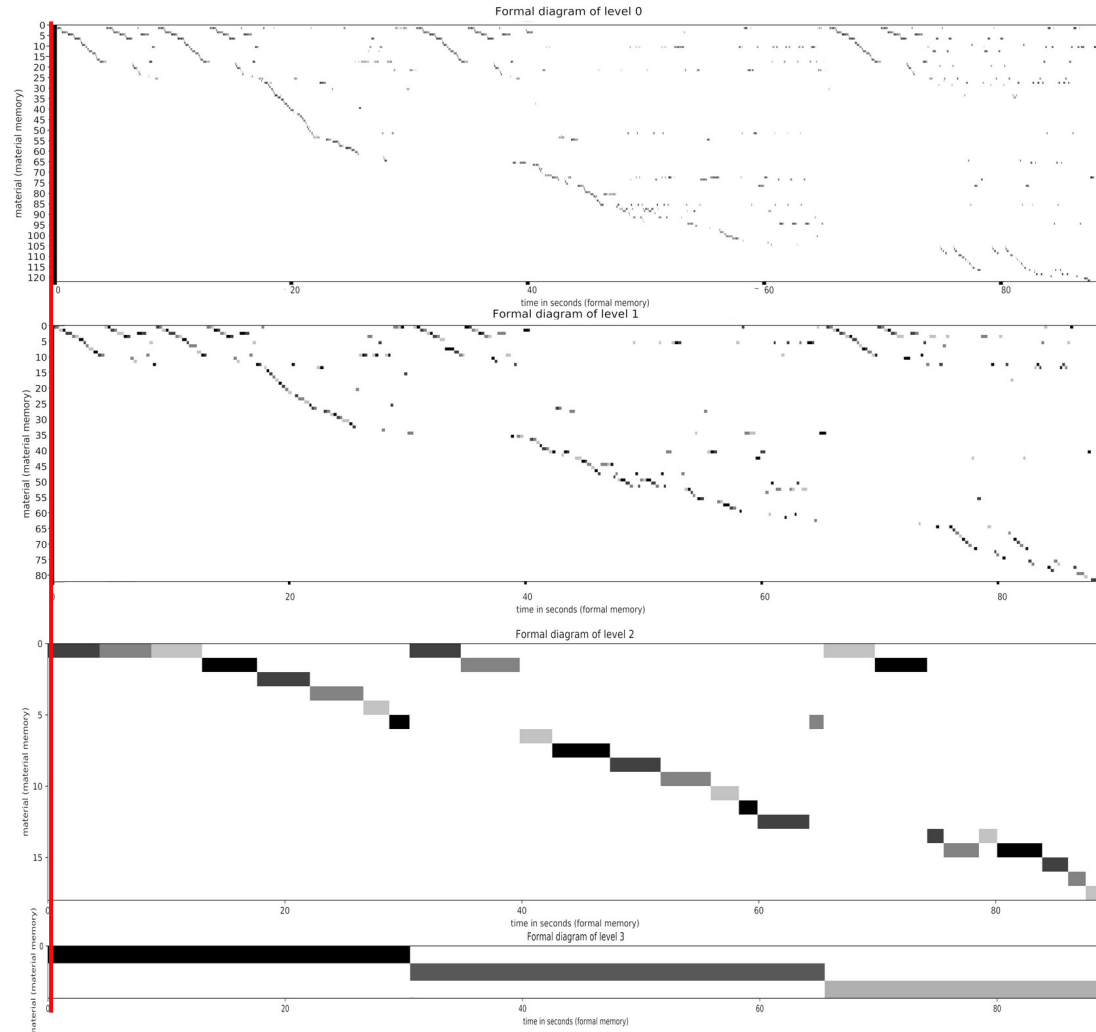


Présentation du diagramme formel

Diagramme Formel de la musique associée à la
séquence d'objets encodés « abacabacdeab »

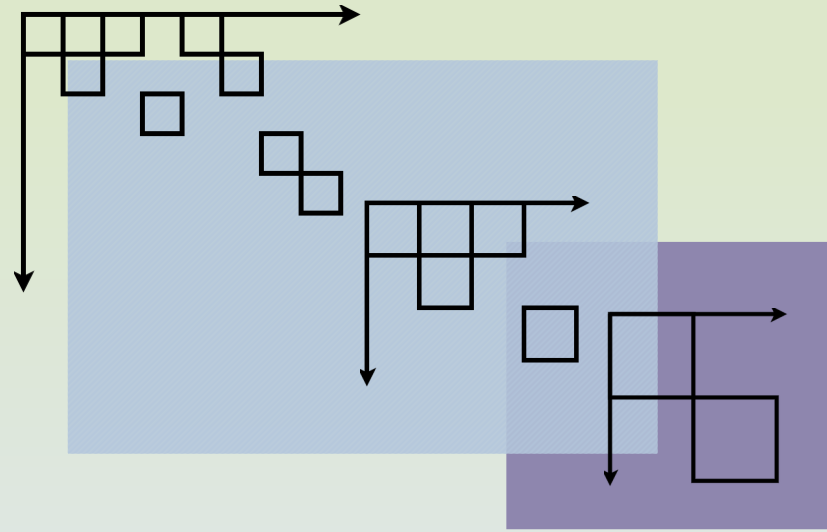


Diagrammes Formels du rondo de la sonate n° 16 K545 de Wolfgang Amadeus Mozart

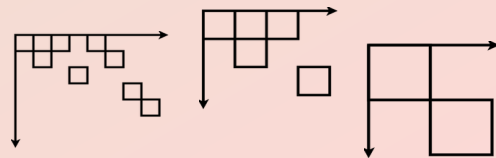
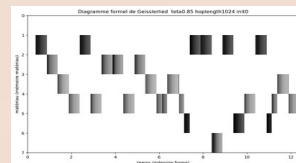
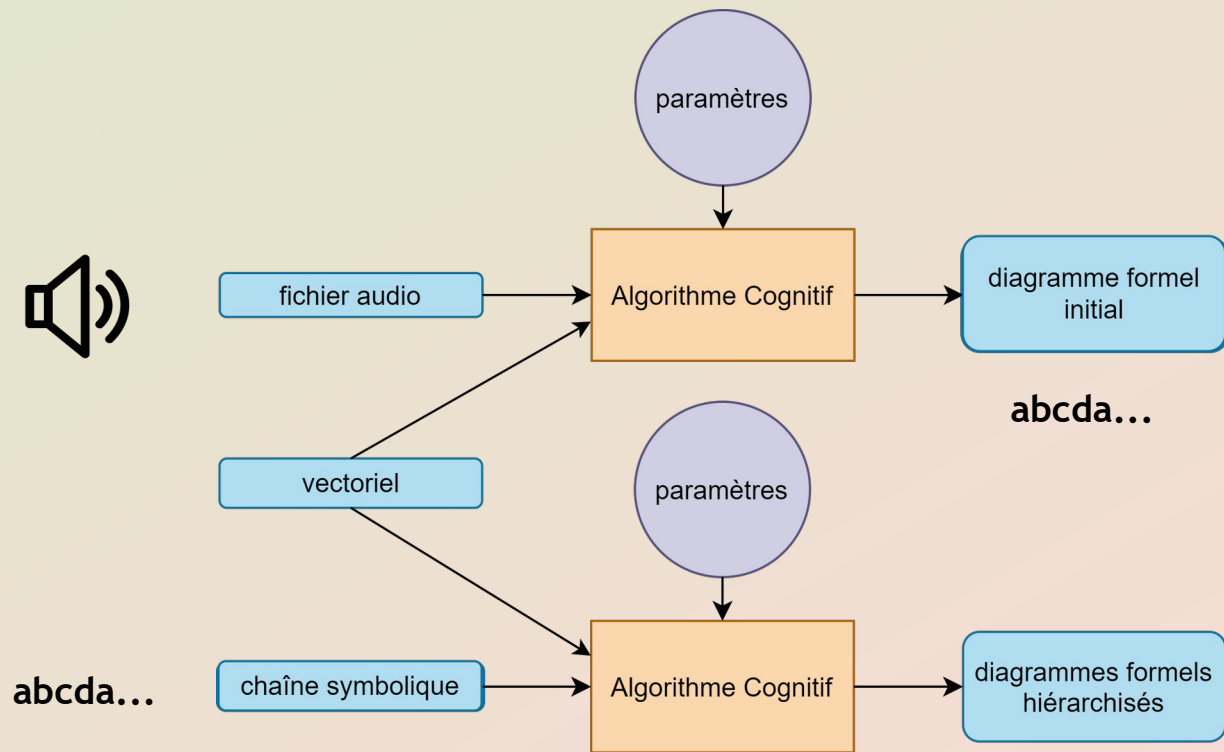


→ Erwan Michel, étudiant M2 ergonomie cognitive,
Université Toulouse Jean-Jaurès

MODELISATION INFORMATIQUE DE L'ALGORITHME



Implémentation de l'algorithme cognitif



J. Calandra, J.-M. Chouvel, M. Desainte-Catherine, and al., *Génération automatique de diagrammes formels par un algorithme cognitif modulaire: étude préliminaire*, in Journées d'Informatique Musicales(JIM), Strasbourg, France, 2020.

J. Calandra, J.-M. Chouvel et M. Desainte-Catherine, « Multi-Scale Oracle and automated representation of formal diagrams based on the cognitive algorithm » inProc. Int. Conf. On Technologies for Music Notation and Representation - TENOR 2021, Hamburg, Germany, 2021

Implémentation

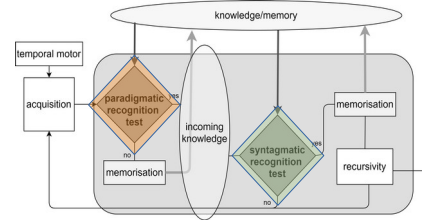
- **L'oracle multi-échelle :**

Chaque niveau inclus un certain nombre de structures de données dont :

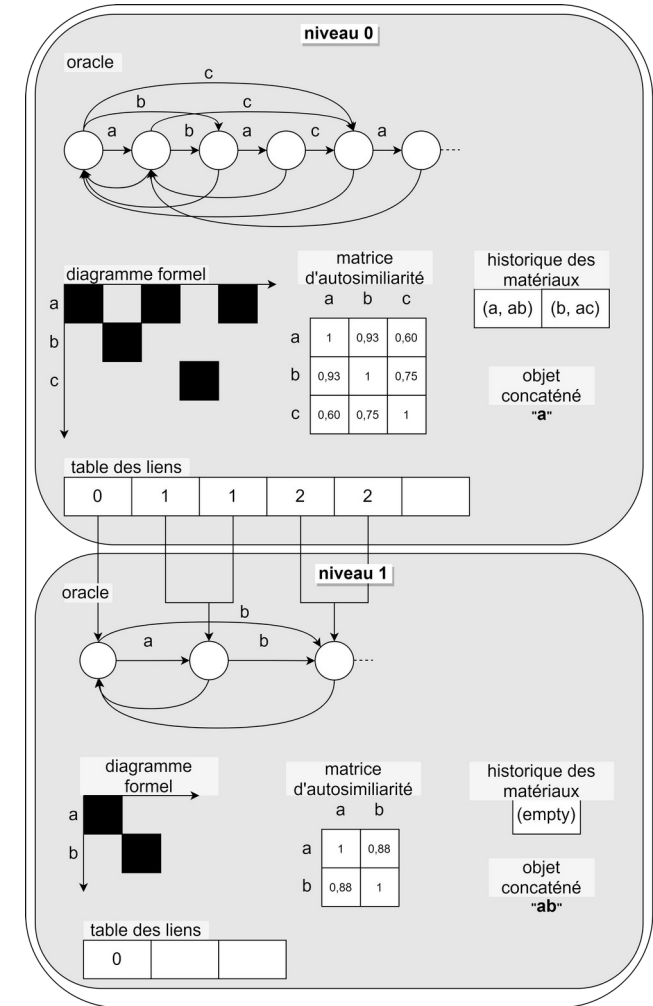
- Diagramme Formel
- Variable Markov/Factor Oracle
- Objet concaténé
- Table des liens
- Mémoire matériau (Historique/Matrice d'autosimilarité)

- **Tests de similarité et segmentation :**

- Fonction de similarité/segmentation
- Règles syntaxiques
- Seuils



- C. Allauzen, M. Crochemore, and M. Raffinot, *Factor oracle: a new structure for pattern matching ; theory and practice of informatics*. in Proceedings of SOFSEM'99, Paris, France, 1999
- C. Wang and S. Dubnov, *Guided music synthesis with variable markov oracle*, in 3rd International Workshop on Musical Metacreation, 10th Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment Conference, Raleigh, North Carolina, 2014.

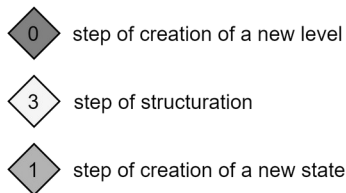
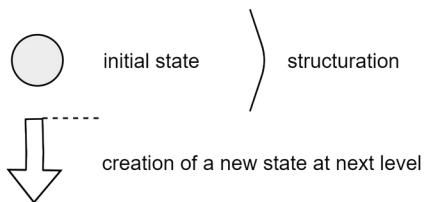


Algorithme cognitif

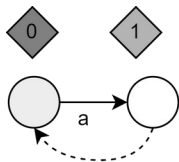


Initialisation des structures au niveau 0 :

- oracle
- diagramme formel
- objet concaténé
- matrice d'autosimilarité/historique
- table des liens



Algorithme cognitif

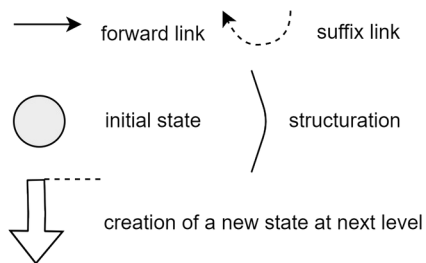


Test de similarité

Mise à jour :

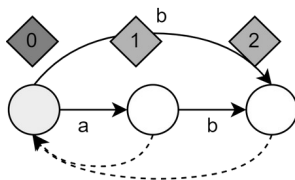
- oracle
- diagramme formel
- matrice d'autosimilarité/historique

Test de segmentation



- 0 step of creation of a new level
- 3 step of structuration
- 1 step of creation of a new state

Algorithme cognitif

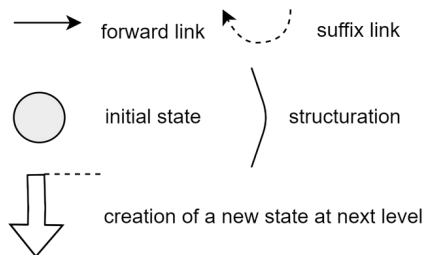


Test de similarité

Mise à jour :

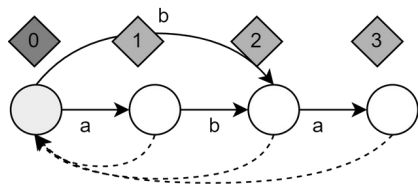
- oracle
- diagramme formel
- matrice d'autosimilarité/historique
- objet concaténé

Test de segmentation



- 0 step of creation of a new level
- 3 step of structuration
- 1 step of creation of a new state

Algorithme cognitif

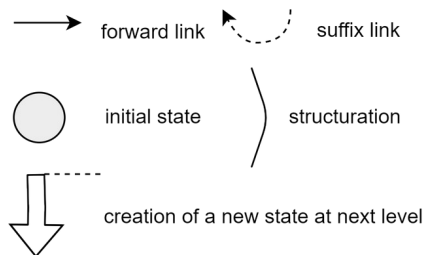


Test de similarité

Mise à jour :

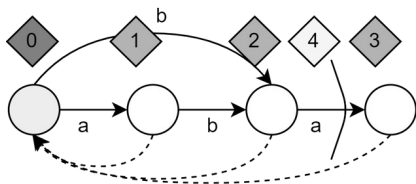
- oracle
- diagramme formel
- matrice d'autosimilarité/historique
- objet concaténé

Test de segmentation



- 0 step of creation of a new level
- 3 step of structuration
- 1 step of creation of a new state

Algorithme cognitif

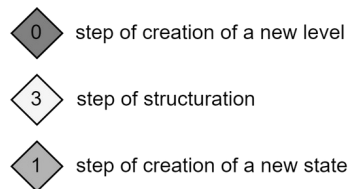
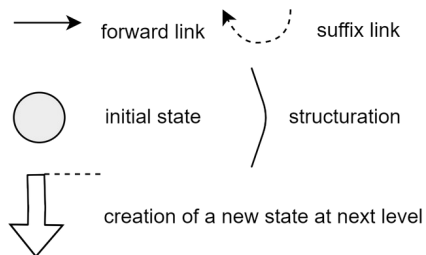


Test de similarité

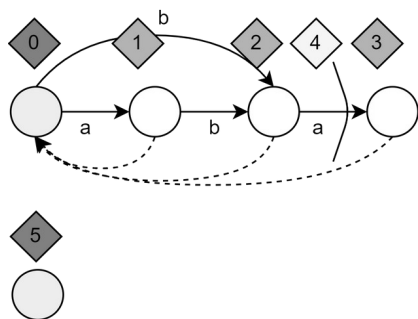
Mise à jour :

- oracle
- diagramme formel
- matrice d'autosimilarité/historique
- objet concaténé

Test de segmentation

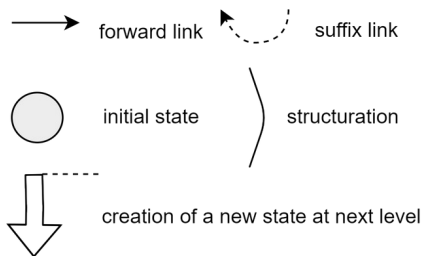


Algorithme cognitif



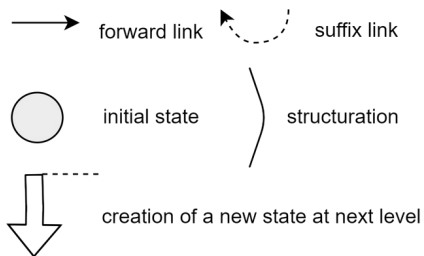
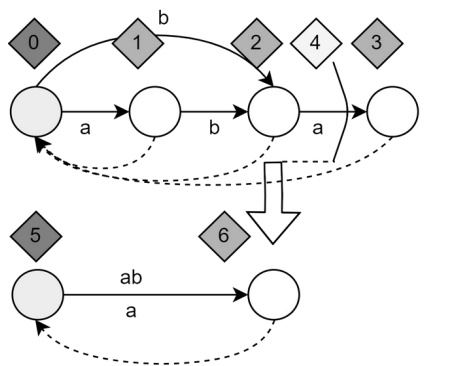
Initialisation des structures au niveau 1 :

- oracle
- diagramme formel
- objet concaténé
- matrice d'autosimilarité/historique
- table des liens



- 0 step of creation of a new level
- 3 step of structuration
- 1 step of creation of a new state

Algorithme cognitif



- 0 step of creation of a new level
- 3 step of structuration
- 1 step of creation of a new state

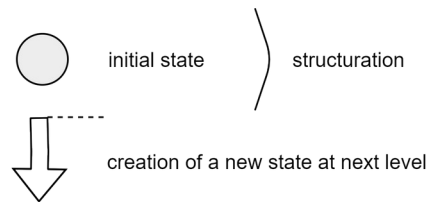
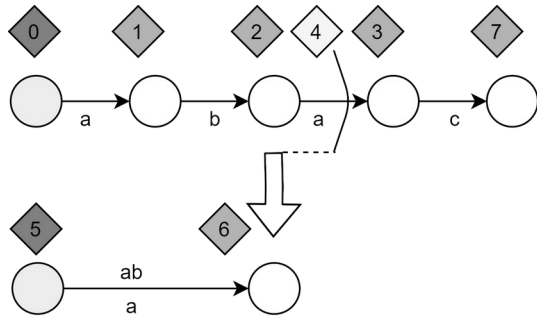
Test de similarité

Mise à jour :

- oracle (n1)
- diagramme formel (n1)
- matrice d'autosimilarité/historique (n1)
- objet concaténé (n0)
- table des liens (n0)

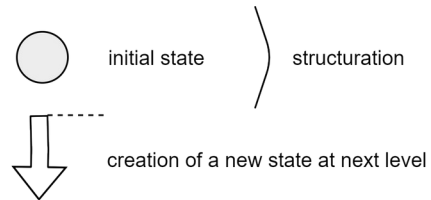
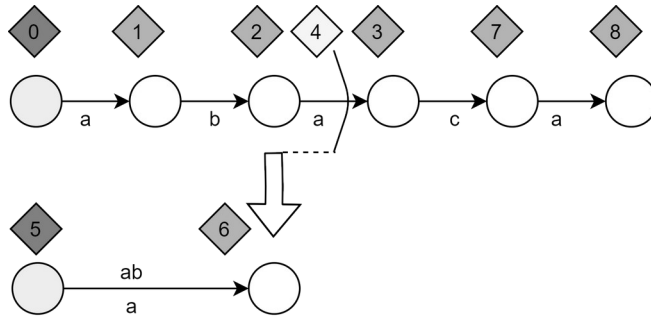
Test de segmentation

Algorithme cognitif



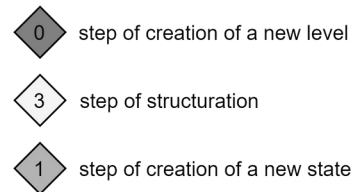
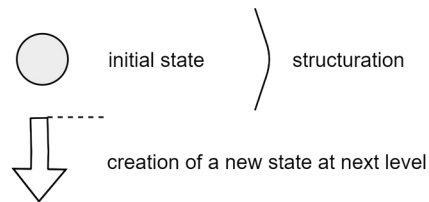
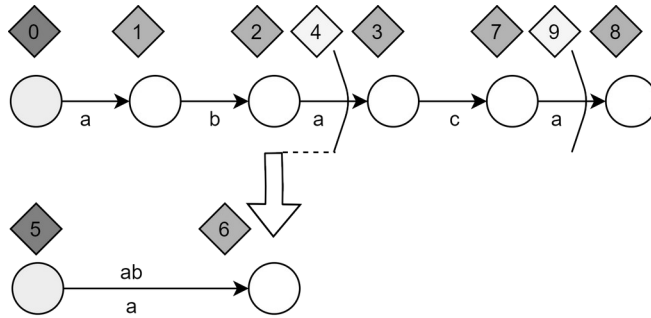
- 0 step of creation of a new level
- 3 step of structuration
- 1 step of creation of a new state

Algorithme cognitif

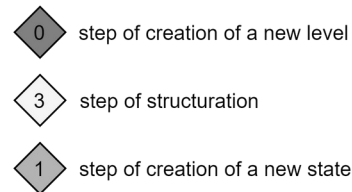
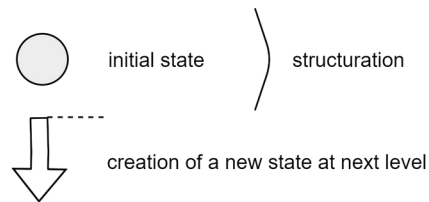
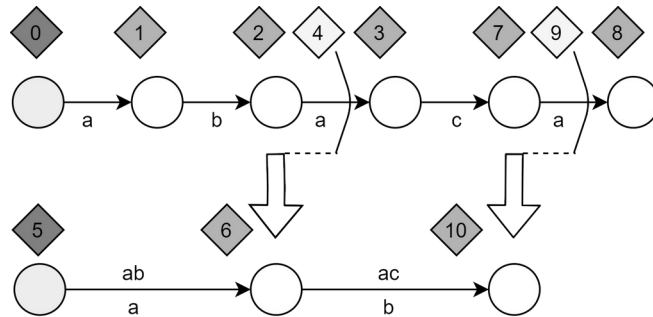


- 0 step of creation of a new level
- 3 step of structuration
- 1 step of creation of a new state

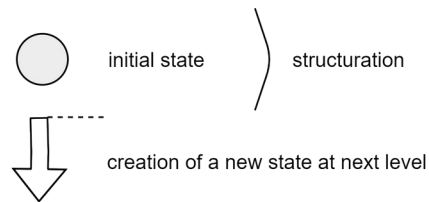
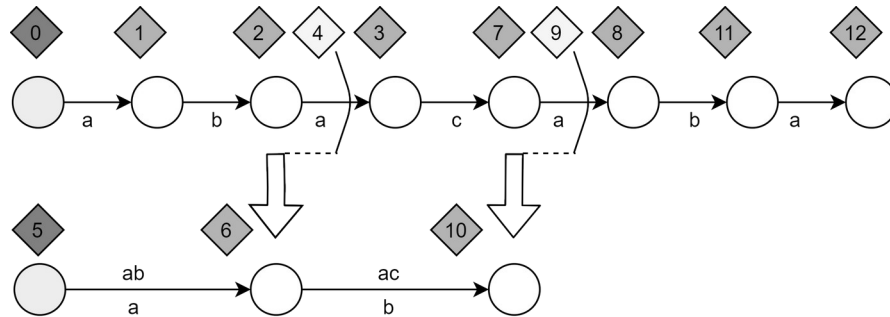
Algorithme cognitif



Algorithme cognitif

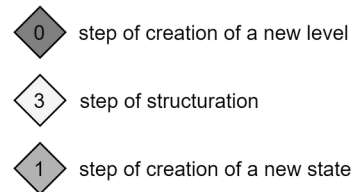
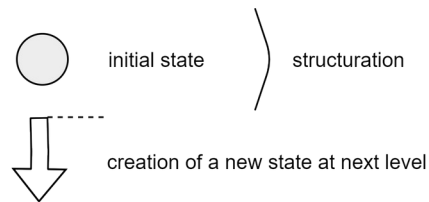
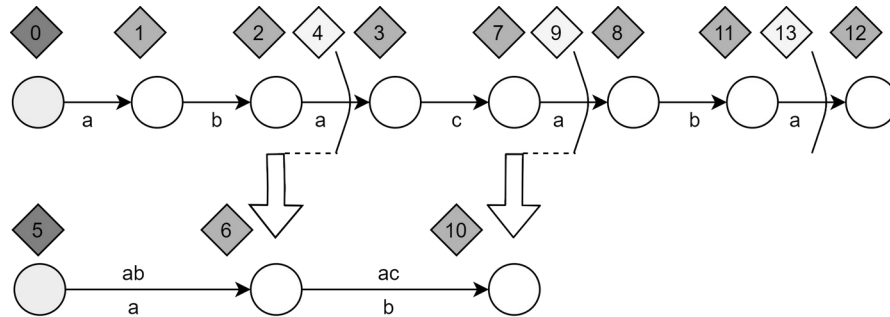


Algorithme cognitif

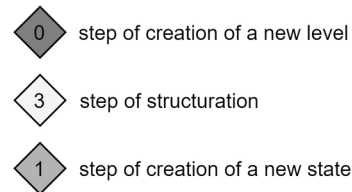
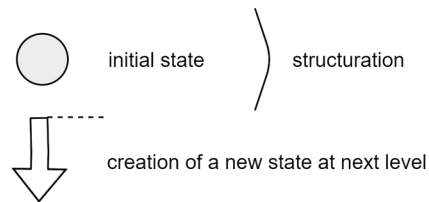
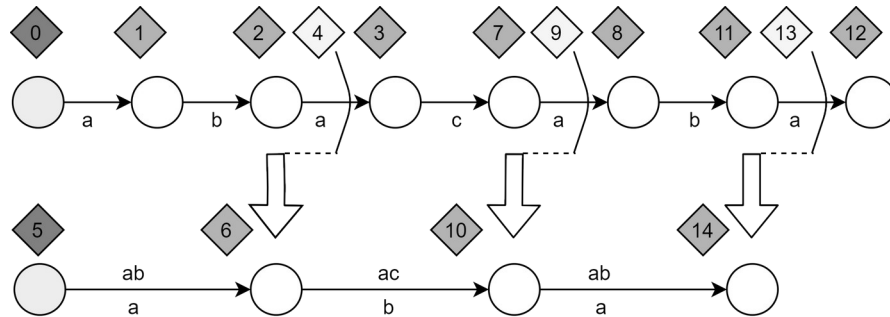


- 0: step of creation of a new level
- 3: step of structuration
- 1: step of creation of a new state

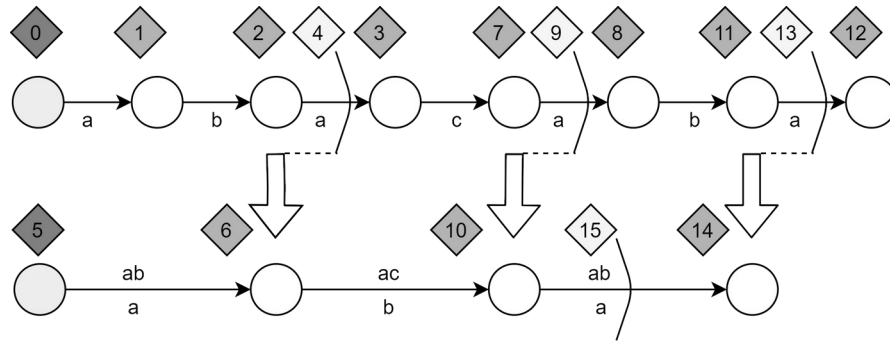
Algorithme cognitif



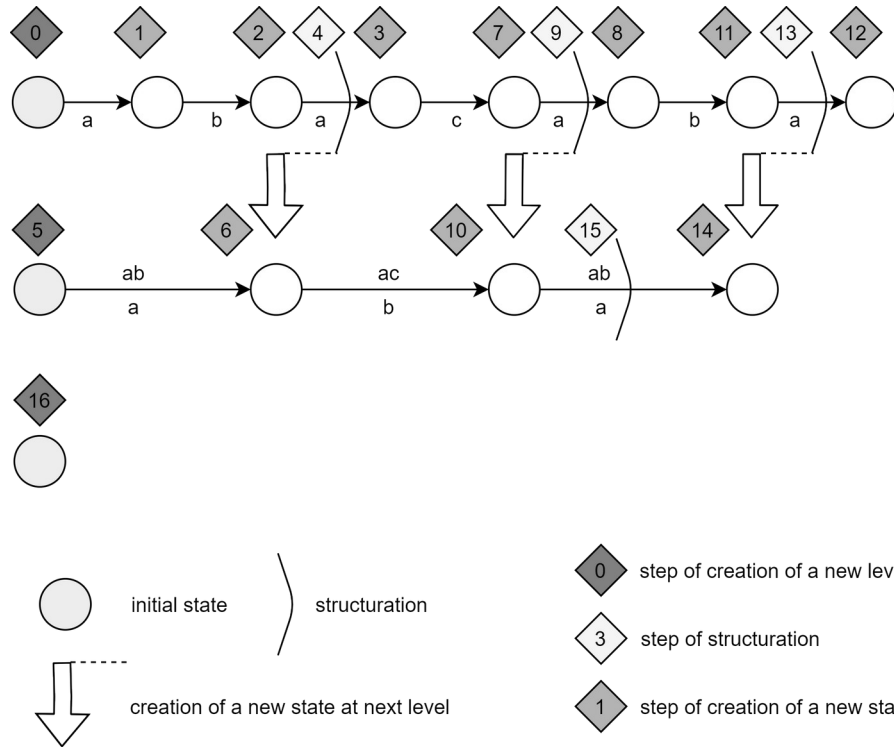
Algorithme cognitif



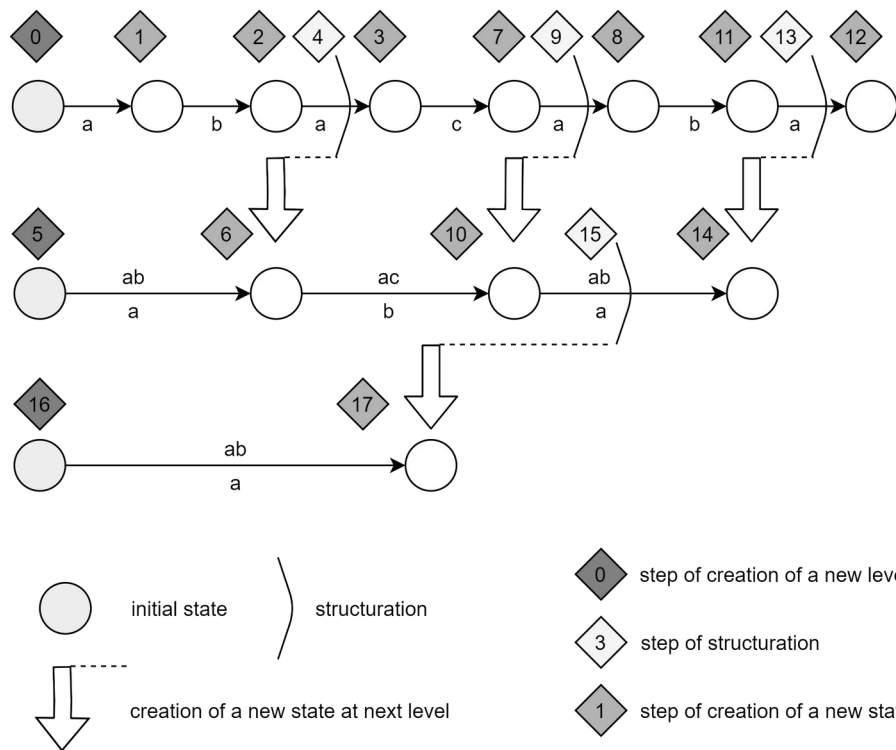
Algorithme cognitif



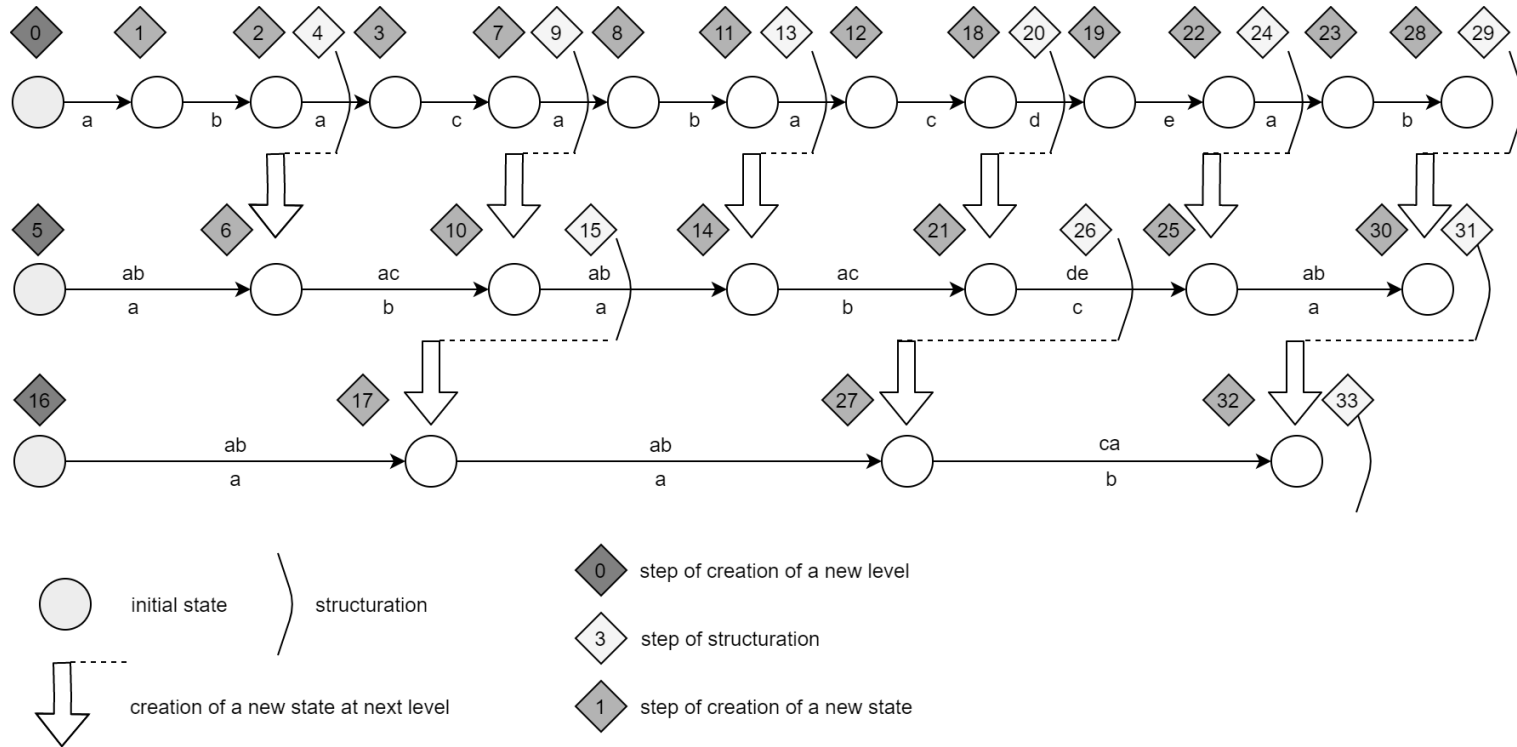
Algorithme cognitif



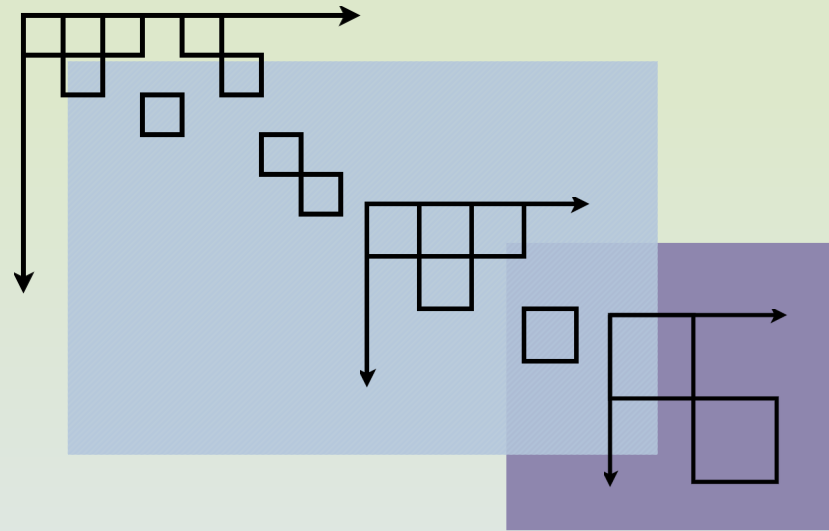
Algorithme cognitif



Algorithme cognitif



REGLES



Règles de similarité

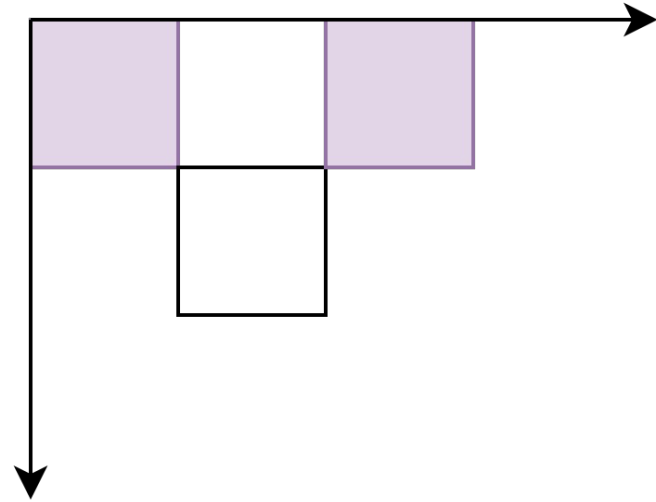
Signal :

- Concordance différentielle
- Distance euclidienne

Symbolique :

- Égalité stricte
- Alignement (Needleman-Wunch)

- Seuil de similarité
- Possibilité d'ajouter des règles



Règles de segmentation

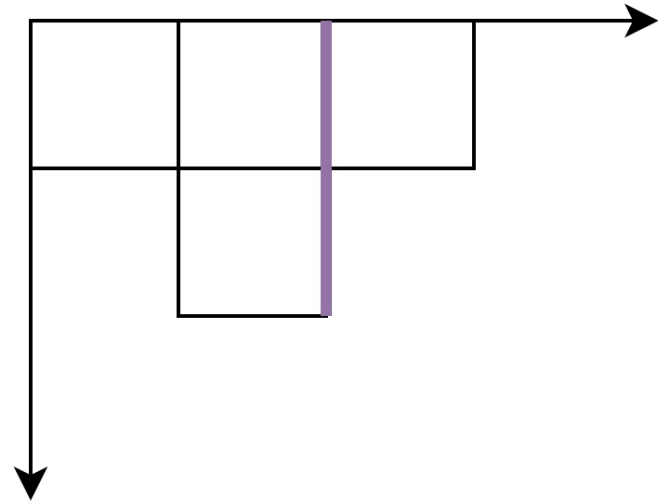
Signal :

- Transformée de Fourier différentielle
- Dissimilarité de la dynamique

Symbolique :

- Mise en place de 5 règles personnalisables et paramétrables

- Seuil de dissimilarité
- Possibilité d'ajouter des règles



Règles de segmentation

- 8 règles :

$(ab + a \Rightarrow (ab)(a)$ Règle de retour au connu (stricte)

$(abc + b \Rightarrow (abc)(b$

$(ab)(a + b \Rightarrow (ab)(ab$

$(ab)(ab + c \Rightarrow (ab)(ab)(c$

$(abcd)(ab + e \Rightarrow (ab)(cd)(ab)(e$

$(a + a \Rightarrow (aa$

$|a...b| + |c| < \text{taille min} \Rightarrow (a...bc \ \& \ |a...b| + |c| > \text{taille max} \Rightarrow (a...b)(c$

$(a^{\{n\}} + a \Rightarrow (a^{\{n\}}a \ \& \ (a^{\{n\}} + b \Rightarrow (a^{\{n\}})(b$

Règles de segmentation

- 8 règles :

$(ab + a \Rightarrow (ab)(a$

$(abc + b \Rightarrow (abc)(b$ Règle de retour au connu (flexible)

$(ab)(a + b \Rightarrow (ab)(ab$

$(ab)(ab + c \Rightarrow (ab)(ab)(c$

$(abcd)(ab + e \Rightarrow (ab)(cd)(ab)(e$

$(a + a \Rightarrow (aa$

$|a...b| + |c| < \text{taille min} \Rightarrow (a...bc \ \& \ |a...b| + |c| > \text{taille max} \Rightarrow (a...b)(c$

$(a^{\{n\}} + a \Rightarrow (a^{\{n\}}a \ \& \ (a^{\{n\}} + b \Rightarrow (a^{\{n\}})(b$

Règles de segmentation

- 8 règles :

$(ab + a \Rightarrow (ab)(a$

$(abc + b \Rightarrow (abc)(b$

$(ab)(a + b \Rightarrow (ab)(ab$ Règle de mot en constitution

$(ab)(ab + c \Rightarrow (ab)(ab)(c$

$(abcd)(ab + e \Rightarrow (ab)(cd)(ab)(e$

$(a + a \Rightarrow (aa$

$|a...b| + |c| < \text{taille min} \Rightarrow (a...bc \ \& \ |a...b| + |c| > \text{taille max} \Rightarrow (a...b)(c$

$(a^{\{n\}} + a \Rightarrow (a^{\{n\}}a \ \& \ (a^{\{n\}} + b \Rightarrow (a^{\{n\}})(b$

Règles de segmentation

- 8 règles :

$(ab + a \Rightarrow (ab)(a$

$(abc + b \Rightarrow (abc)(b$

$(ab)(a + b \Rightarrow (ab)(ab$

$(ab)(ab + c \Rightarrow (ab)(ab)(c$ Règle de reconnaissance

$(abcd)(ab + e \Rightarrow (ab)(cd)(ab)(e$

$(a + a \Rightarrow (aa$

$|a...b| + |c| < \text{taille min} \Rightarrow (a...bc \ \& \ |a...b| + |c| > \text{taille max} \Rightarrow (a...b)(c$

$(a^{\{n\}} + a \Rightarrow (a^{\{n\}}a \ \& \ (a^{\{n\}} + b \Rightarrow (a^{\{n\}})(b$

Règles de segmentation

- 8 règles :

$(ab + a \Rightarrow (ab)(a$

$(abc + b \Rightarrow (abc)(b$

$(ab)(a + b \Rightarrow (ab)(ab$

$(ab)(ab + c \Rightarrow (ab)(ab)(c$

$(abcd)(ab + e \Rightarrow (ab)(cd)(ab)(e$ Règle de reconnaissance rétro-active

$(a + a \Rightarrow (aa$

$|a...b| + |c| < \text{taille min} \Rightarrow (a...bc \ \& \ |a...b| + |c| > \text{taille max} \Rightarrow (a...b)(c$

$(a^{\{n\}} + a \Rightarrow (a^{\{n\}}a \ \& \ (a^{\{n\}} + b \Rightarrow (a^{\{n\}})(b$

Règles de segmentation

- 8 règles :

$(ab + a \Rightarrow (ab)(a$

$(abc + b \Rightarrow (abc)(b$

$(ab)(a + b \Rightarrow (ab)(ab$

$(ab)(ab + c \Rightarrow (ab)(ab)(c$

$(abcd)(ab + e \Rightarrow (ab)(cd)(ab)(e$

$(a + a \Rightarrow (aa$ Règle de non-isolement

$|a...b| + |c| < \text{taille min} \Rightarrow (a...bc \ \& \ |a...b| + |c| > \text{taille max} \Rightarrow (a...b)(c$

$(a^{\{n\}} + a \Rightarrow (a^{\{n\}}a \ \& \ (a^{\{n\}} + b \Rightarrow (a^{\{n\}})(b$

Règles de segmentation

- 8 règles :

$(ab + a \Rightarrow (ab)(a$

$(abc + b \Rightarrow (abc)(b$

$(ab)(a + b \Rightarrow (ab)(ab$

$(ab)(ab + c \Rightarrow (ab)(ab)(c$

$(abcd)(ab + e \Rightarrow (ab)(cd)(ab)(e$

$(a + a \Rightarrow (aa$

$|a...b| + |c| < \text{taille min} \Rightarrow (a...bc \ \& \ |a...b| + |c| > \text{taille max} \Rightarrow (a...b)(c$

$(a^{\{n\}} + a \Rightarrow (a^{\{n\}}a \ \& \ (a^{\{n\}} + b \Rightarrow (a^{\{n\}})(b$

Règle des longueurs

Règles de segmentation

- 8 règles :

$(ab + a \Rightarrow (ab)(a$

$(abc + b \Rightarrow (abc)(b$

$(ab)(a + b \Rightarrow (ab)(ab$

$(ab)(ab + c \Rightarrow (ab)(ab)(c$

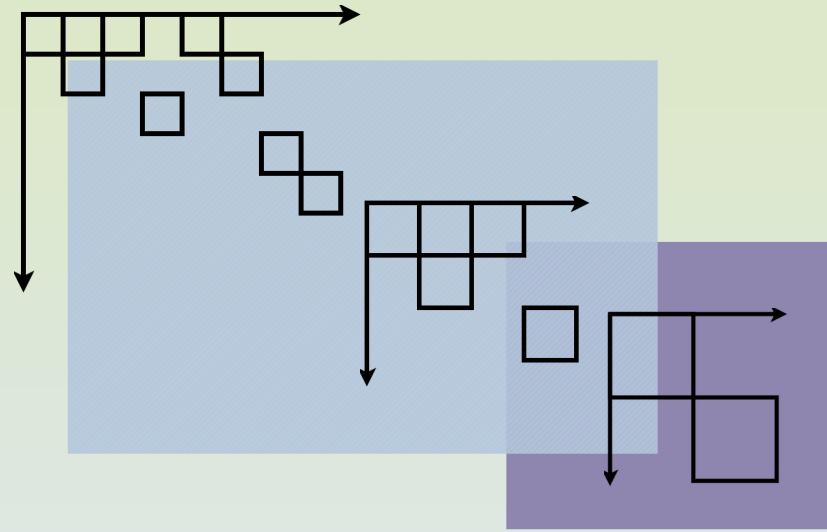
$(abcd)(ab + e \Rightarrow (ab)(cd)(ab)(e$

$(a + a \Rightarrow (aa$

$|a...b| + |c| < \text{taille min} \Rightarrow (a...bc \ \& \ |a...b| + |c| > \text{taille max} \Rightarrow (a...b)(c$

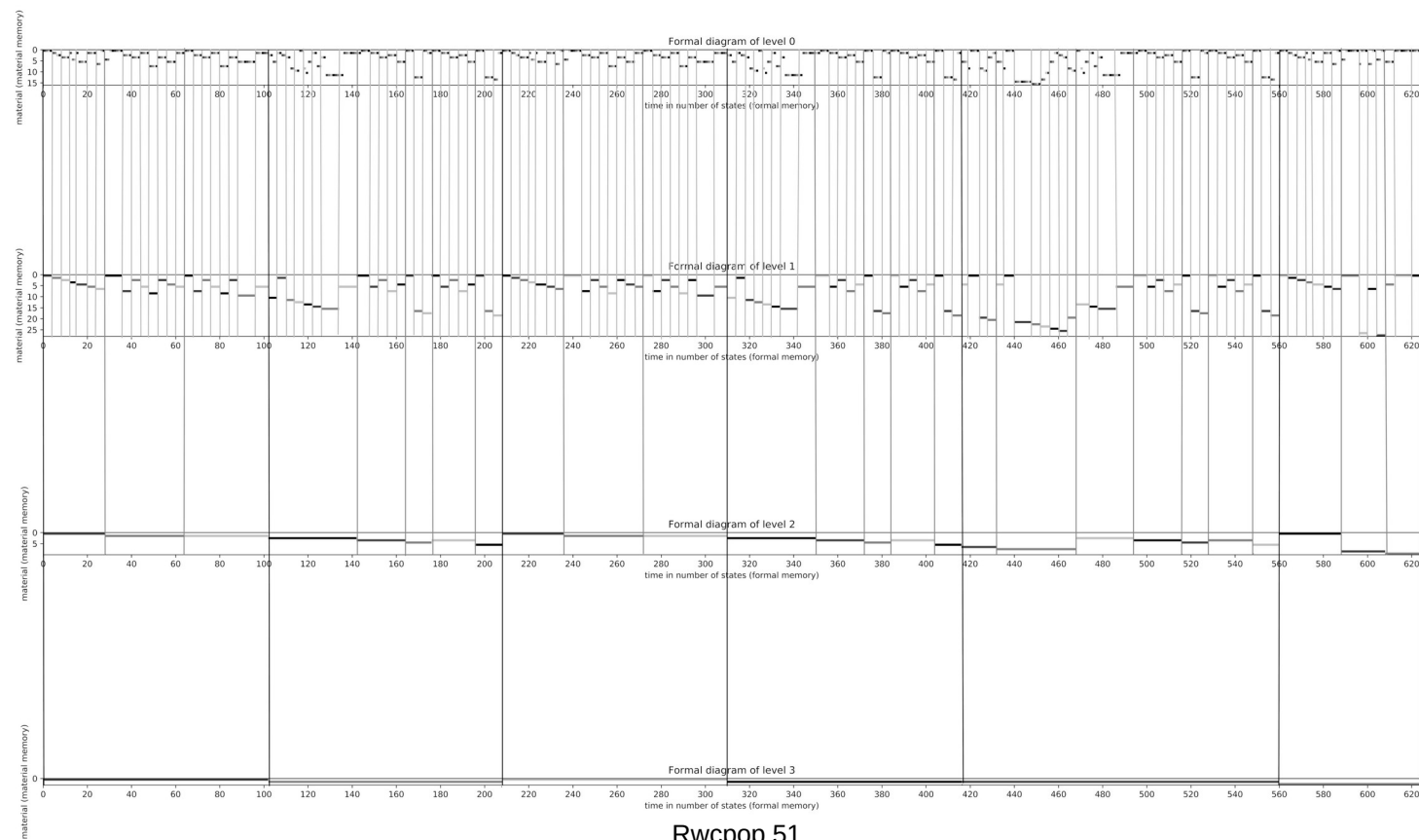
$(a^{\{n\}} + a \Rightarrow (a^{\{n\}}a \ \& \ (a^{\{n\}} + b \Rightarrow (a^{\{n\}})(b$ Règle de groupement

CARACTERISATION DES REGLES



Analyses systématiques

- Base de donnée RWCPop (grille d'accords)
- Évaluation selon MIREX (mir_eval)
 - Segmentation
 - Labellisation
- M. Goto, H. Hashiguchi, T. Nishimura, and R. Oka, *RWC Music Database: Popular, Classical and Jazz Music Databases*, in ISMIR, vol. 2, 2002, pp. 287-288
- “MIREX wiki,” https://www.music-ir.org/mirex/wiki/MIREX_HOME.
- Colin Raffel, Brian McFee, Eric J. Humphrey, Justin Salamon, Oriol Nieto, Dawen Liang, and Daniel P. W. Ellis, *mir_eval: A Transparent Implementation of Common MIR Metrics*, Proceedings of the 15th International Conference on Music Information Retrieval, 2014.

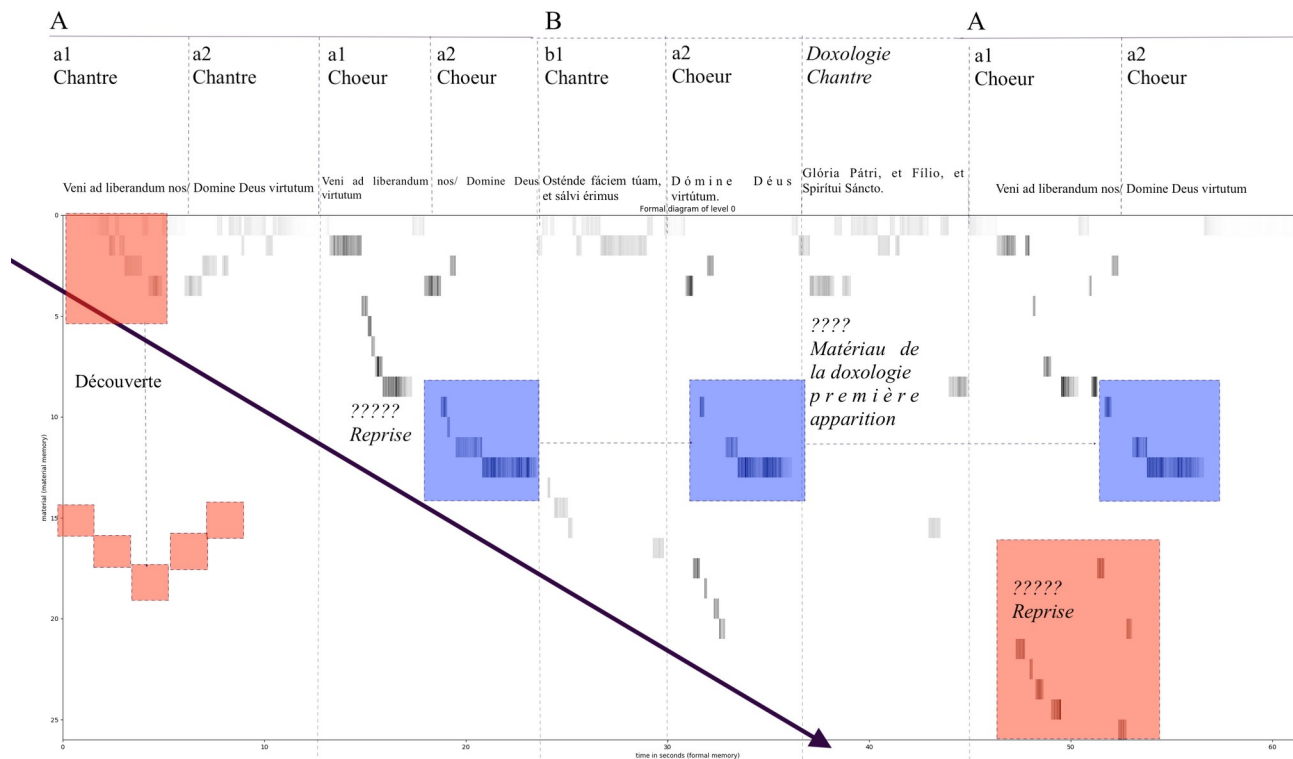


Rwcpop 51

Analyses musicologiques

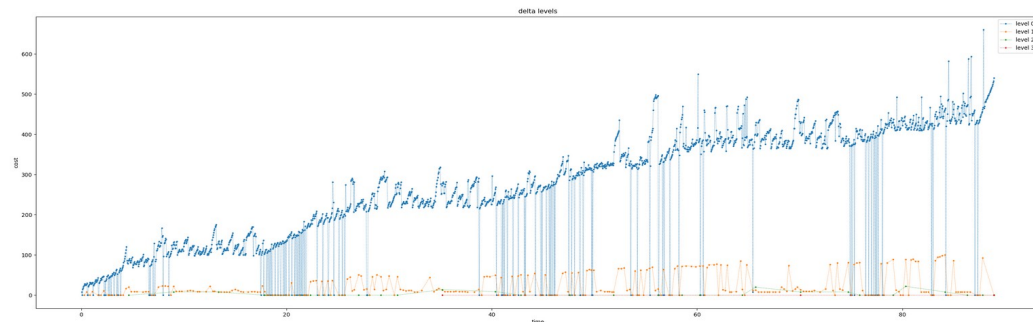
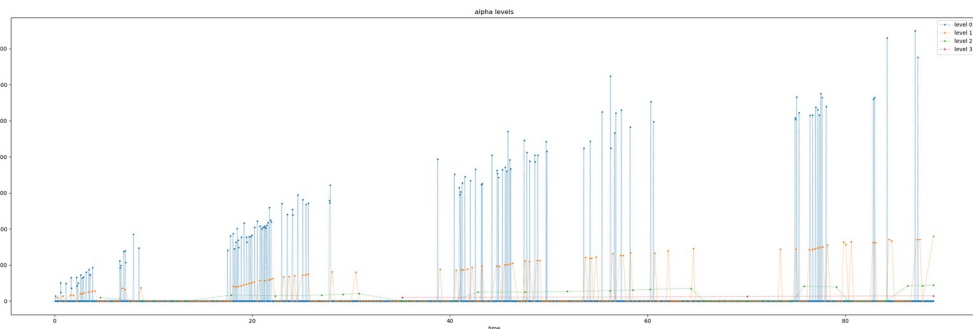
- Corpus d'œuvres et analyses par Bichoy Elia, doctorant en Musicologie à Sorbonne Université.

VENI AD LIBERANDUM NOS Répons-bref



Coûts

- Calcul de coûts :
 - Pour évaluer la pertinence des segmentations et d'ensemble de règles
 - Comparer les coûts computationnels entre différentes œuvres musicales
 - Aller vers une compréhension de la charge cognitive liée à l'écoute musicale



Coûts en fonction du temps et pour chaque niveau lié à l'ajout d'un nouveau matériau (gauche) et d'un matériau déjà existant (droite) sur le rondo de la sonate n°16 de W.A. Mozart

Je vous remercie pour votre écoute