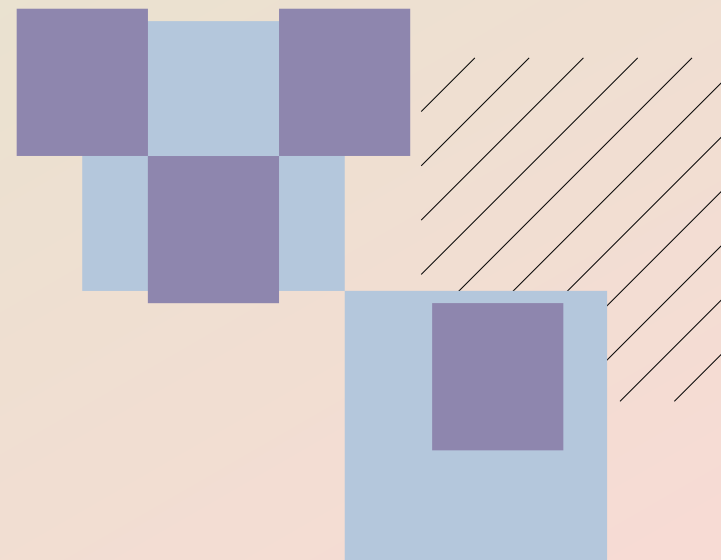


Formalisation de l'Algorithme Cognitif Multi- échelles

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

Séminaire du SCRIME, 03 juillet 2023



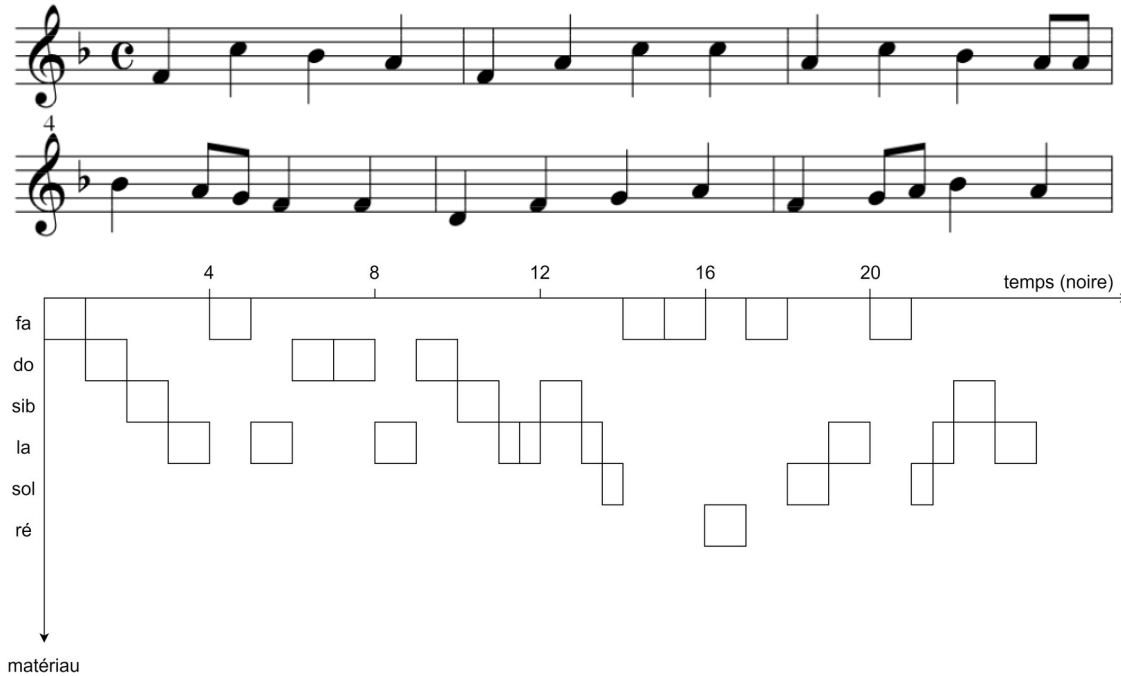
Définition du Diagramme Formel

“Un Diagramme Formel est la représentation des *matériaux* d'une œuvre en fonction du *temps*.”

Matériau : classe d'éléments musicaux substituables.

Objet : occurrences de ces matériaux dans une œuvre donnée.

Geisslerlied



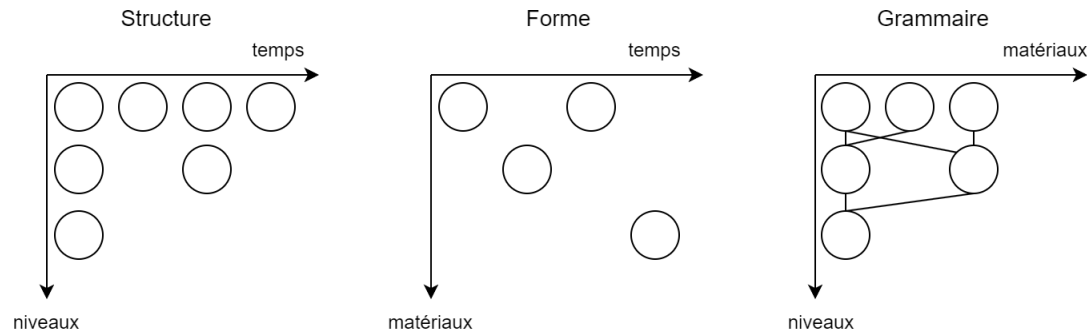
Notion de Forme

"la structure est l'agencement de diverses parties en vue de constituer un tout, tandis que la forme est précisément ce tout en tant que tel, considéré dans son unité" – B. Schloezer

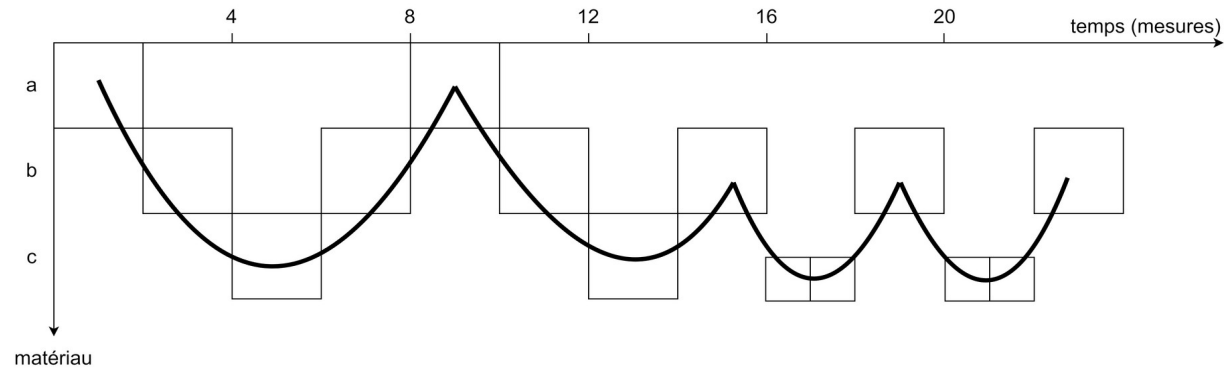
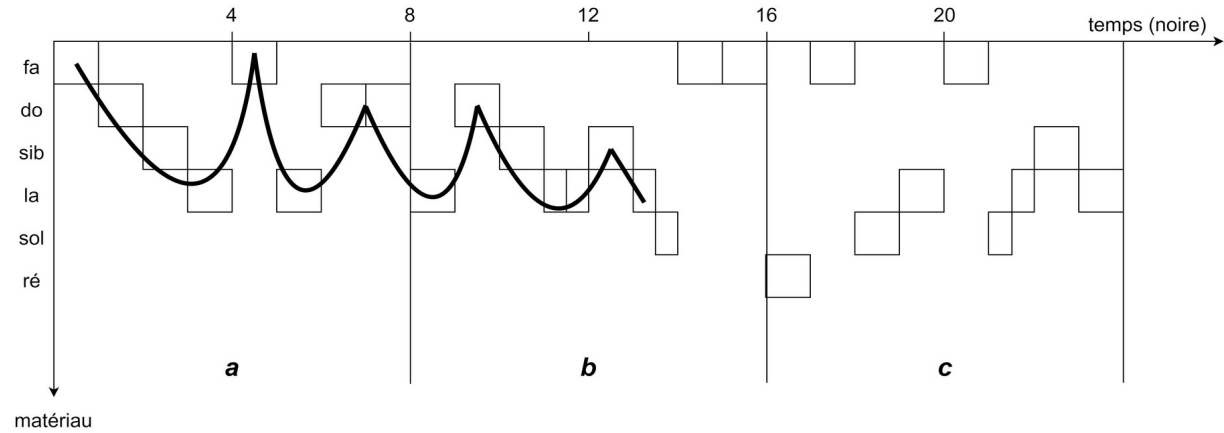
Structure: organisation hiérarchisée des éléments qui constituent l'oeuvre dans le temps

Forme: relation entre les éléments qui constituent l'oeuvre dans le temps

Grammaire: relation hors-temps entre les éléments des différents niveaux de hiérarchie



Geisslerlied

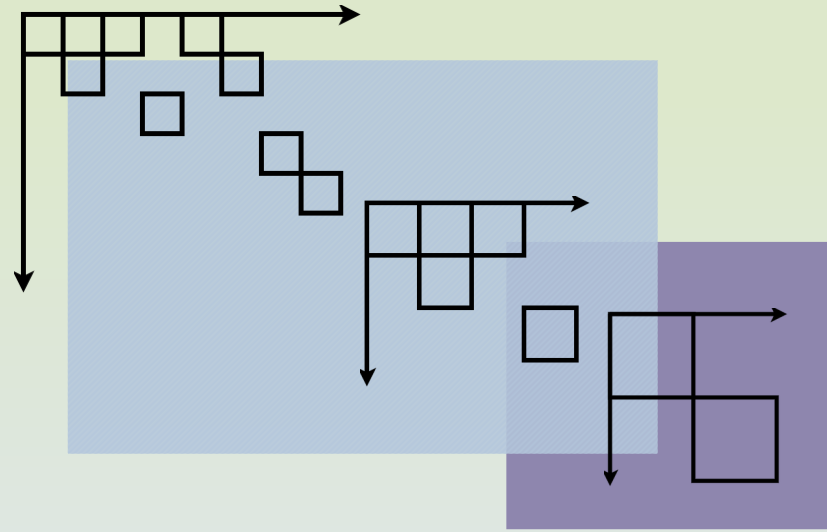


5 premiers matériaux:

-
- Diagramme de Gantt montrant la planification des tâches de construction d'un pont. L'axe horizontal représente le temps en heures (0 à 70), et l'axe vertical représente les tâches (matériau, indications dynamiques). Les tâches sont représentées par des barres horizontales avec des motifs de hachures différents.
- Les tâches et leurs durées approximatives sont :
- matériau : 0 à 10 heures
 - indications dynamiques : 0 à 10 heures
 - matériau : 10 à 20 heures
 - indications dynamiques : 10 à 20 heures
 - matériau : 20 à 30 heures
 - indications dynamiques : 20 à 30 heures
 - matériau : 30 à 40 heures
 - indications dynamiques : 30 à 40 heures
 - matériau : 40 à 50 heures
 - indications dynamiques : 40 à 50 heures
 - matériau : 50 à 60 heures
 - indications dynamiques : 50 à 60 heures
 - matériau : 60 à 70 heures
 - indications dynamiques : 60 à 70 heures

Chouvel, J.-M. *Analyse Musicale, sémiologie et cognition des formes temporelles*, L'Harmattan, Paris, 2006.

FORMALISATION DU DIAGRAMME FORMEL



Algorithme

Algorithm 1 Calcul d'un diagramme formel

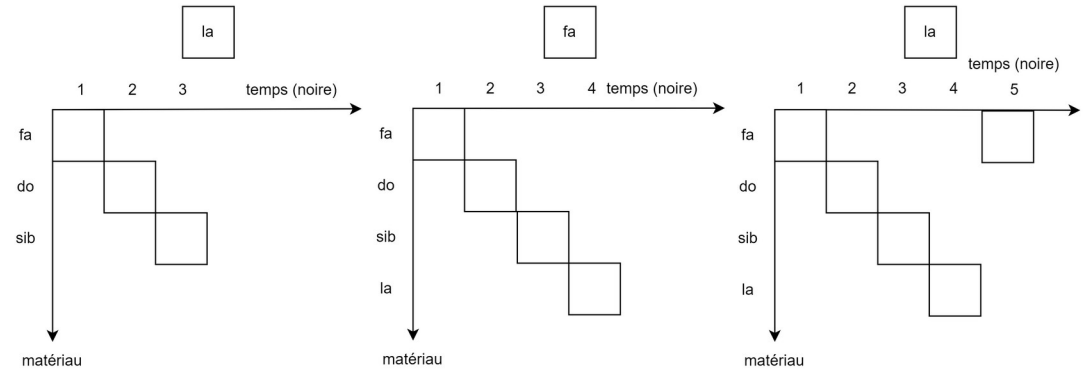
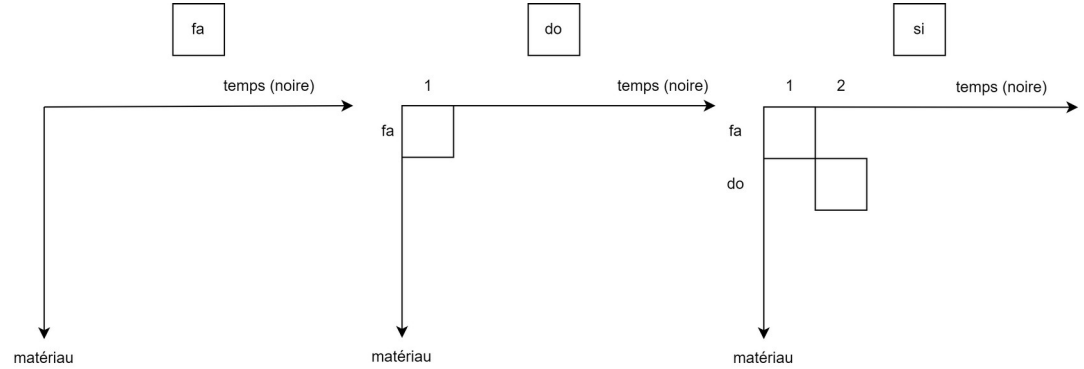
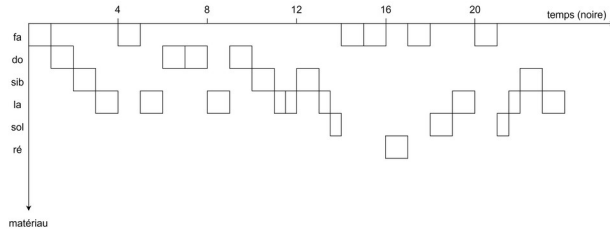
pour chaque fragment entendu :

comparaison avec les fragments précédents ;

s'il est différent :

inscription en mémoire « matériau » ;

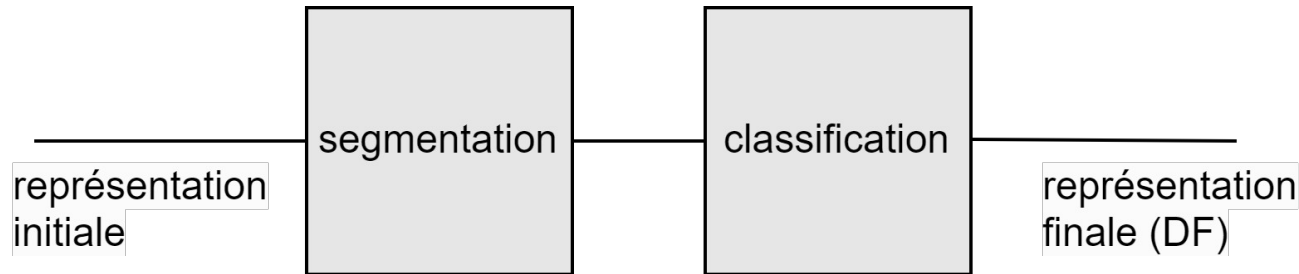
dans tous les cas: inscription en mémoire « forme » ;



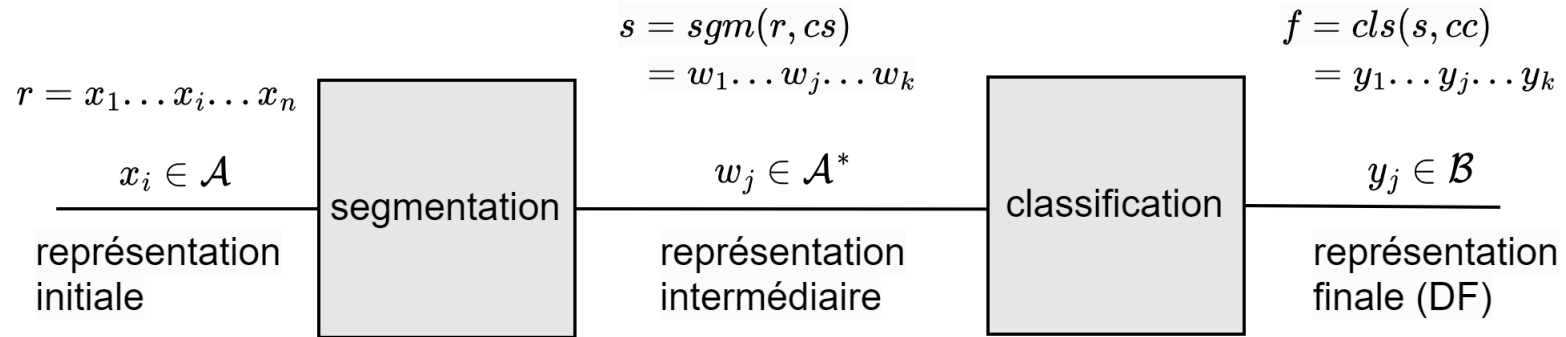
Etapes

Description de l'Algorithme Cognitif en 4 étapes :

- L'acquisition au fur-et-à-mesure d'une représentation initiale
- La segmentation en fragments de cette première représentation
- La classification du fragment actuellement écouté
- L'acquisition au fur-et-à-mesure du diagramme formel



Formalisation



Mozart

8 (180) **RONDO.**
Allegretto.

W. A. M. 545.

(181) 9

W. A. M. 545.

→ abacabacdeabfgabachijklmhinopqabacrssttu

Formalisation: Mozart

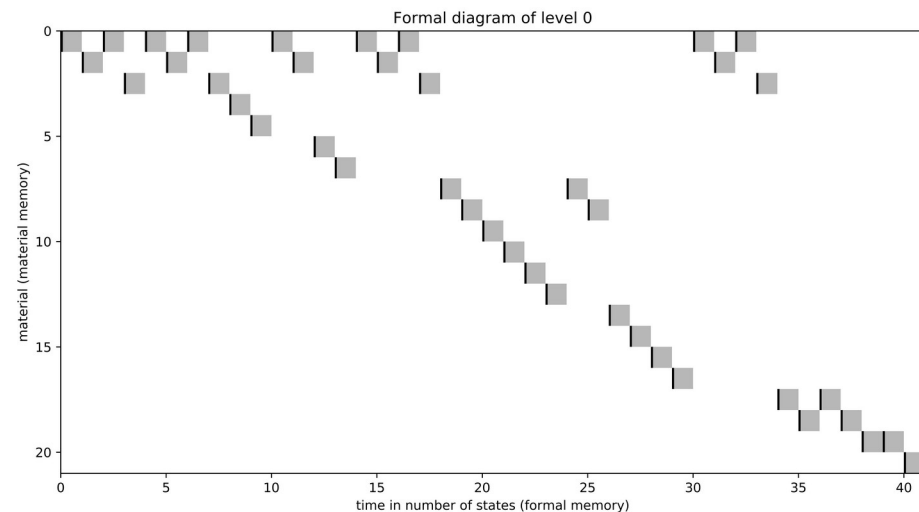
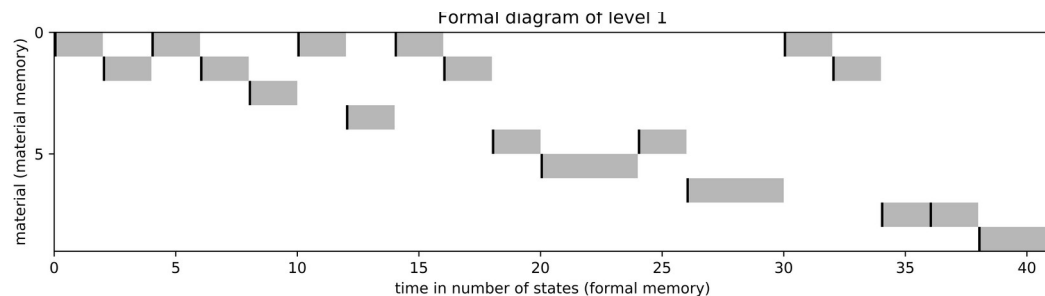
$r = x_1 \dots x_i \dots x_{41} = abacabacdeabfgabachijklmhinopqabacrsrsttu$

$s = sgm(r, cs)$

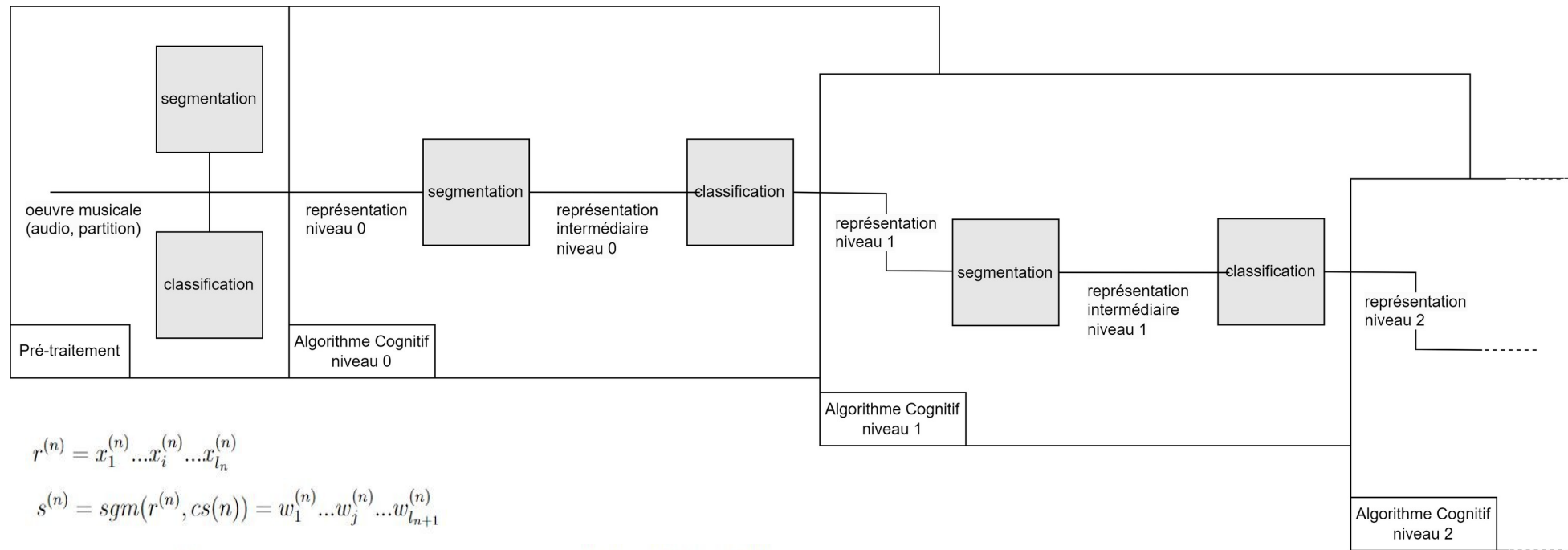
$= (ac)(ab)(ac)(de)(ab)(fg)(ab)(ac)(hi)(jklm)(hi)(nopq)(ab)(ac)(rs)(rs)(ttu)$

$= w_1 \dots w_j \dots w_{18}$

$f = cls(s, cc) = cls(sgm(r, cs), cc) = y_1 \dots y_j \dots y_{18} = ababcadabefegabhhi$



Hiérarchisation



$$r^{(n)} = x_1^{(n)} \dots x_i^{(n)} \dots x_{l_n}^{(n)}$$

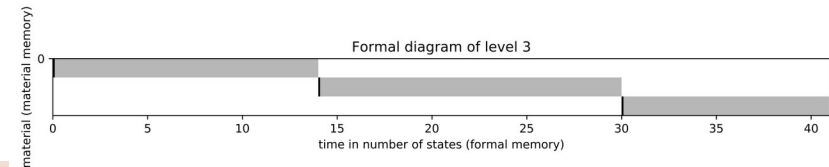
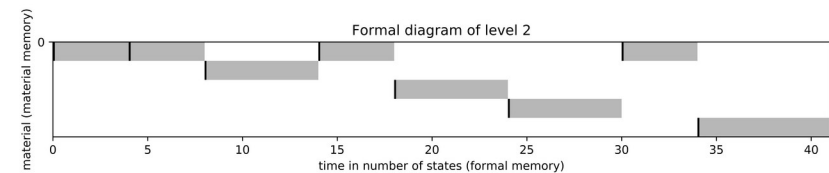
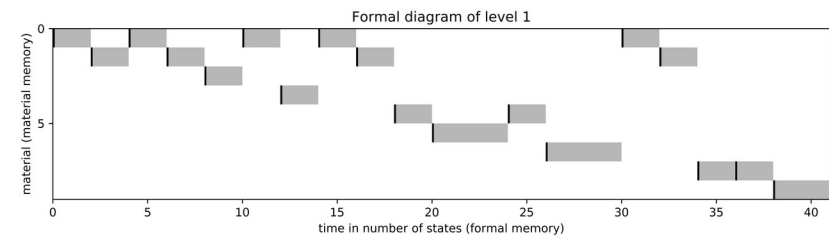
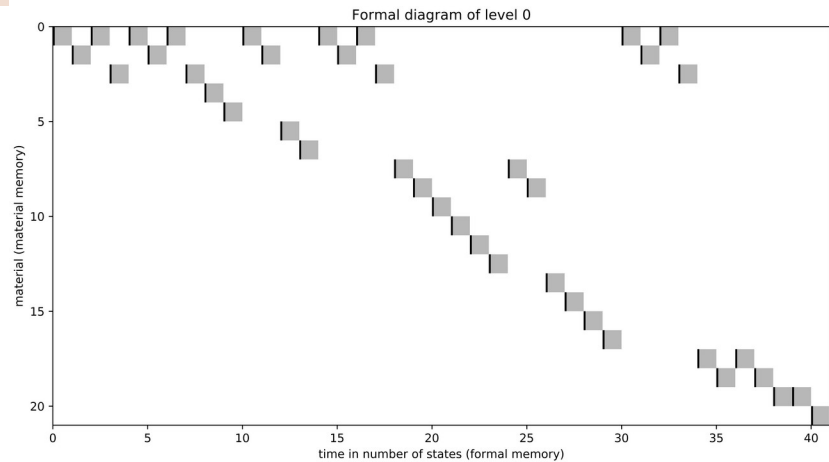
$$s^{(n)} = \text{sgm}(r^{(n)}, cs(n)) = w_1^{(n)} \dots w_j^{(n)} \dots w_{l_{n+1}}^{(n)}$$

$$r^{(n+1)} = \text{cls}(s^{(n)}, cc(n)) = \text{cls}(\text{sgm}(r^{(n)}, cs(n)), cc(n)) = x_1^{(n+1)} \dots x_j^{(n+1)} \dots x_{l_{n+1}}^{(n+1)}$$

Hiérarchisation

5 (180) **RONDO.**
Allegretto.

W. A. M. 545.



Formalisation temps-réel

(r, s, f, k) initialisé par $(\epsilon, \epsilon, \epsilon, 0)$

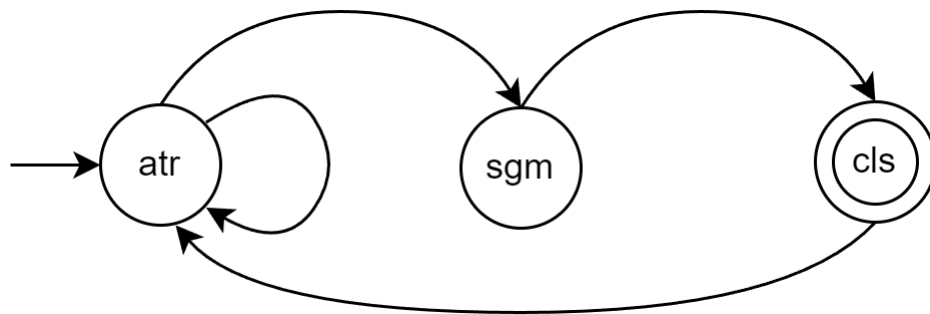
Peut changer d'état en fonction de trois opérations distinctes:

- l'acquisition temps réel notée atr
- la segmentation temps réel notée str
- la classification temps réel notée ctr

$$(r, s, f, k) \xrightarrow[x]{atr} (r.x, s, f, k)$$

$$(r, s, f, k) \xrightarrow{str} (r, s.([r]_{k,n-1}), f, n)$$

$$(r, s.w, f, k) \xrightarrow{ctr} (r, s.w, f.ctr(w), k)$$



Formalisation temps-réel

On pose $R = X_0.X_1...X_n$

Avec $X_j = (r^{(j)}, s^{(j)}, k^{(j)})$

Initialement, on présente le mot vide $R = \varepsilon$.

4 opérations permettent de changer l'état de R:

- la création d'un nouveau niveau $X_n = (\varepsilon, \varepsilon, 0)$ avec l'opération cnn ,
- l'acquisition temps réel au niveau 0 notée atr ,
- la segmentation temps réel au niveau n $str(n)$,
- la classification temps réel au niveau n $ctr(n)$ vers le niveau $n + 1$

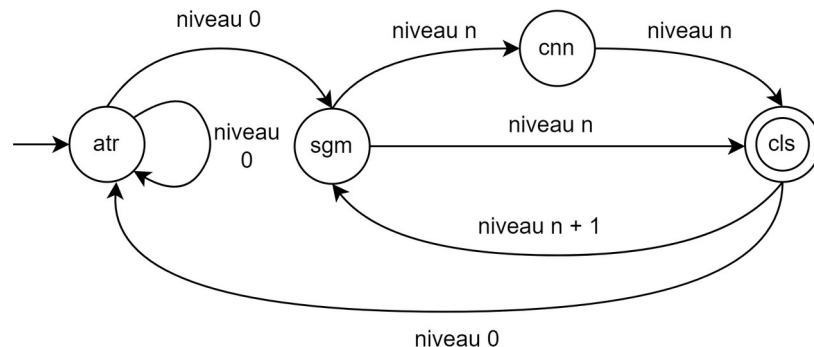
$$X_0.X_1...X_n = (r^{(0)}, s^{(0)}, k^{(0)}) . X_1...X_n \xrightarrow{atr} (r^{(0)}.x, s^{(0)}, k^{(0)}) . X_1...X_n$$

$$X_0...(r^{(j)}, s^{(j)}, k^{(j)})...X_n \xrightarrow{str(j)} X_0...(r^{(j)}, s^{(j)} . ([r^{(j)}]_{k,l-1}), l)...X_n$$

$$X_0...(r^{(j)}, s^{(j)}.w, k^{(j)}).(r^{(j+1)}, s^{(j+1)}, k^{(j+1)})...X_n$$

$$\xrightarrow{ctr(j)} X_0...(r^{(j)}, s^{(j)}.w, k^{(j)}).(r^{(j+1)}.ctr(w), k^{(j+1)})...X_n$$

$$X_0.X_1...X_{n-1} \xrightarrow{cnn} X_0.X_1...X_{n-1}.(\varepsilon, \varepsilon, 0)$$



Formalisation: Mozart

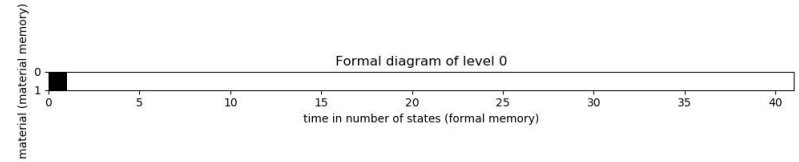
$$\epsilon \xrightarrow{cnn} X_0$$

Formalisation: Mozart

$$\epsilon \xrightarrow{cnn} X_0$$

$$(r^{(0)}, s^{(0)}, k^{(0)}) = (\epsilon, \epsilon, 0) \xrightarrow[a]{atr} (r^{(0)}.a, s^{(0)}, k^{(0)}) = (a, \epsilon, 0)$$

1)



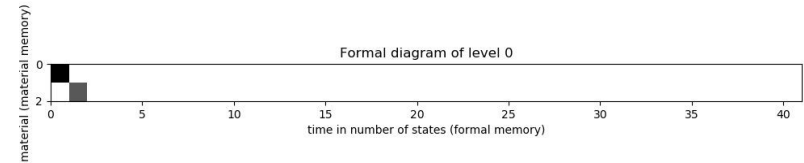
Formalisation: Mozart

$$\epsilon \xrightarrow{cnn} X_0$$

$$(r^{(0)}, s^{(0)}, k^{(0)}) = (\epsilon, \epsilon, 0) \xrightarrow[a]{atr} (r^{(0)}.a, s^{(0)}, k^{(0)}) = (a, \epsilon, 0)$$

$$(a, \epsilon, 0) \xrightarrow[b]{atr} (ab, \epsilon, 0)$$

2)



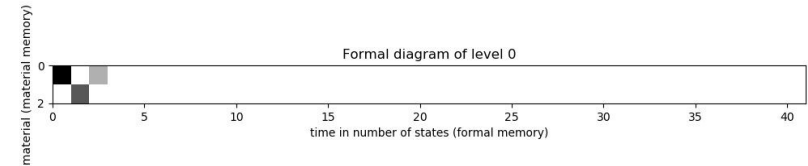
Formalisation: Mozart

$$\epsilon \xrightarrow{cnn} X_0$$

$$(r^{(0)}, s^{(0)}, k^{(0)}) = (\epsilon, \epsilon, 0) \xrightarrow[a]{atr} (r^{(0)}.a, s^{(0)}, k^{(0)}) = (a, \epsilon, 0)$$

$$(a, \epsilon, 0) \xrightarrow[b]{atr} (ab, \epsilon, 0)$$

$$(ab, \epsilon, 0) \xrightarrow[a]{atr} (aba, \epsilon, 0)$$



Formalisation: Mozart

$$\epsilon \xrightarrow{cnn} X_0$$

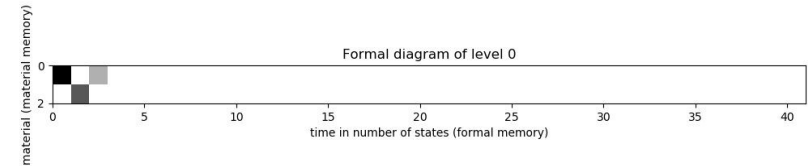
$$(r^{(0)}, s^{(0)}, k^{(0)}) = (\epsilon, \epsilon, 0) \xrightarrow[a]{atr} (r^{(0)}.a, s^{(0)}, k^{(0)}) = (a, \epsilon, 0)$$

$$(a, \epsilon, 0) \xrightarrow[b]{atr} (ab, \epsilon, 0)$$

$$(ab, \epsilon, 0) \xrightarrow[\cdot]{atr} (aba, \epsilon, 0)$$

$$(aba, \epsilon, 0) \xrightarrow{sgm^{(0)}} (aba, (ab), 3)$$

3)



Formalisation: Mozart

$$\epsilon \xrightarrow{cnn} X_0$$

$$(r^{(0)}, s^{(0)}, k^{(0)}) = (\epsilon, \epsilon, 0) \xrightarrow[a]{atr} (r^{(0)}.a, s^{(0)}, k^{(0)}) = (a, \epsilon, 0)$$

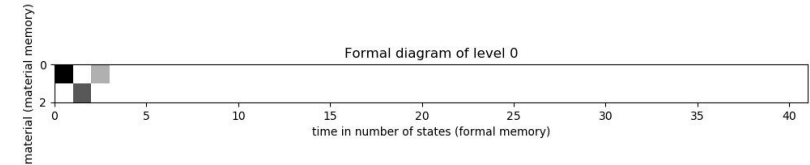
$$(a, \epsilon, 0) \xrightarrow[b]{atr} (ab, \epsilon, 0)$$

$$(ab, \epsilon, 0) \xrightarrow[\cdot]{atr} (aba, \epsilon, 0)$$

$$(aba, \epsilon, 0) \xrightarrow{sgm(0)} (aba, (ab), 3)$$

$$(aba, (ab), 3) \xrightarrow{cnn} (aba, (ab), 3).(\epsilon, \epsilon, 0)$$

3)



Formalisation: Mozart

$$\epsilon \xrightarrow{cnn} X_0$$

$$(r^{(0)}, s^{(0)}, k^{(0)}) = (\epsilon, \epsilon, 0) \xrightarrow[a]{atr} (r^{(0)}.a, s^{(0)}, k^{(0)}) = (a, \epsilon, 0)$$

$$(a, \epsilon, 0) \xrightarrow[b]{atr} (ab, \epsilon, 0)$$

$$(ab, \epsilon, 0) \xrightarrow[\sim]{atr} (aba, \epsilon, 0)$$

$$(aba, \epsilon, 0) \xrightarrow{sgm^{(0)}} (aba, (ab), 3)$$

$$(aba, (ab), 3).(\epsilon, \epsilon, 0) \xrightarrow{cls^{(0)}} (aba, (ab), 3).(a, \epsilon, 0)$$

4)

