



Générateurs aléatoires sous contraintes : application à l'improvisation musicale

Thibaut Roperch – M1 Informatique
TER 2017

Sous la direction de Adrien Goëffon et Frédéric Saubion

Sommaire

- **Objectifs**
- **Étapes**
 - Extraction d'une mélodie
 - Représentation de la mélodie extraite
 - Utilisation de la chaîne de Markov
 - Calcul des propriétés mélodiques
 - Génération aléatoire ou markovienne
- **Conclusion**
- **Démonstration**

Objectifs

Objectifs

- **Improviser des mélodies à partir de fichiers musicaux**
- **Formats :**
 - MusicXML
 - MIDI
- **Écouter la mélodie improvisée**

Étapes

Étapes

- **Extraction d'une mélodie depuis un fichier musical**

Extraction de mélodie

Alto

Baryton



The image shows a musical score for two parts: Alto and Baryton. The Alto part is written in treble clef with a 3/2 time signature. It consists of four measures: a whole rest, a dotted half note (G4), a quarter rest followed by a sixteenth rest, and a dotted half note (G4). The Baryton part is written in bass clef with a 3/2 time signature. It consists of four measures: a quarter note (F3), a dotted half note (G3), a quarter rest followed by a sixteenth rest, and a dotted half note (G3). The music is in 3/2 time.

Da Coconut Nut - Smokey Mountain



Alto



The image shows the extracted melody for the Alto part. It is written in treble clef with a 3/2 time signature. It consists of four measures: a whole rest, a dotted half note (G4), a quarter rest followed by a sixteenth rest, and a dotted half note (G4). The music is in 3/2 time.

Étapes

- **Extraction d'une mélodie depuis un fichier musical**
- **Représentation de la mélodie extraite**

Représentation de mélodie



Représentation MusicXML

Valeur	G
Octave	3
Altération	0

Représentation MIDI

Hauteur	55
---------	----

Représentation de mélodie



Représentation MusicXML

Valeur	G
Octave	3
Altération	0

Octave de 7 notes : A (La) à G (Sol)

Représentation MIDI

Hauteur	55
---------	----

Valeur	$(55 - 12) \bmod(12)$
Octave	$(55 - 12) / 12$

Octave de 12 notes : 0 (Do) à 11 (Si)

Représentation de mélodie



Gamme 0

Notation française	MusicXML	MIDI	Ma notation
Do	C	12	0
Do# ou Réb	C+1 ou D-1	13	1
Ré	D	14	2
Ré# ou Mib	D+1 ou E-1	15	3
Mi	E	16	4
Fa	F	17	5
Fa# ou Solb	F+1 ou G-1	18	6
Sol	G	19	7
Sol# ou Lab	G+1 ou A-1	20	8
La	A	21	9
La# ou Sib	A+1 ou B-1	22	10
Si	B	23	11
Gamme 3			
Sol	G	55	7

Représentation de mélodie



```
<notes>
  <note>
    <valeur>7</valeur>
    <hauteur>3</hauteur>
  </note>
  <note>
    <valeur>9</valeur>
    <hauteur>3</hauteur>
  </note>
  <note>
    <valeur>9</valeur>
    <hauteur>3</hauteur>
  </note>
  ...
</notes>
```

Étapes

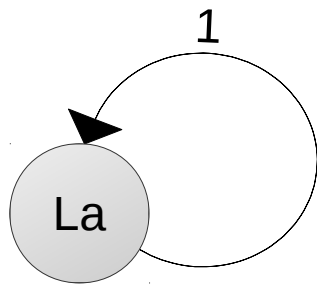
- **Extraction d'une mélodie depuis un fichier musical**
- **Représentation de la mélodie extraite**
- **Utilisation de la chaîne de Markov**

Chaîne de Markov

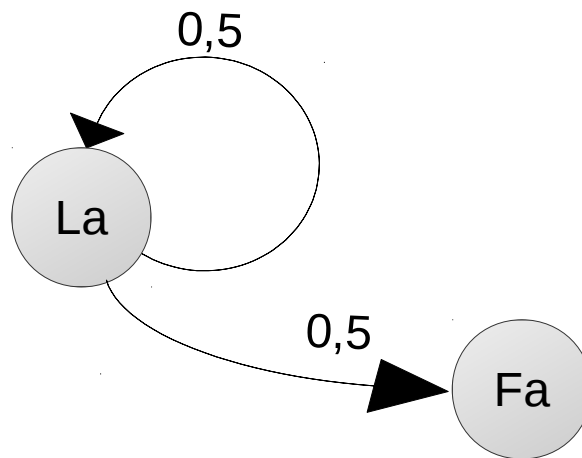


La

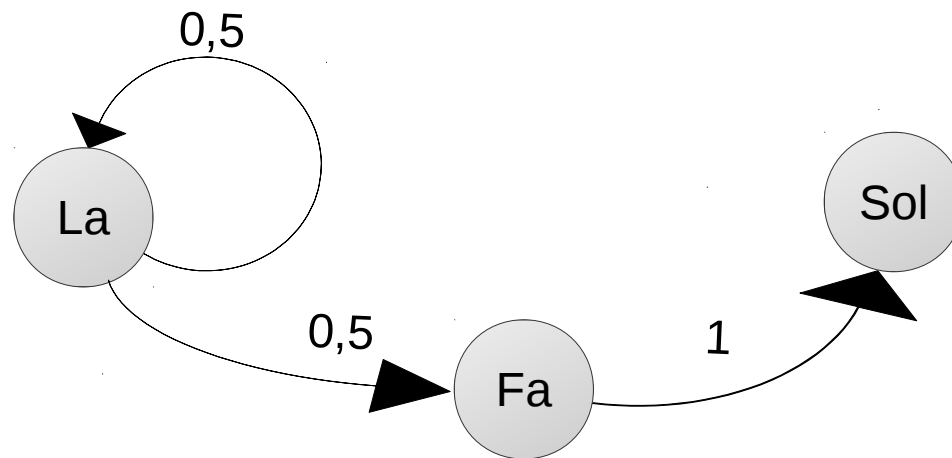
Chaîne de Markov



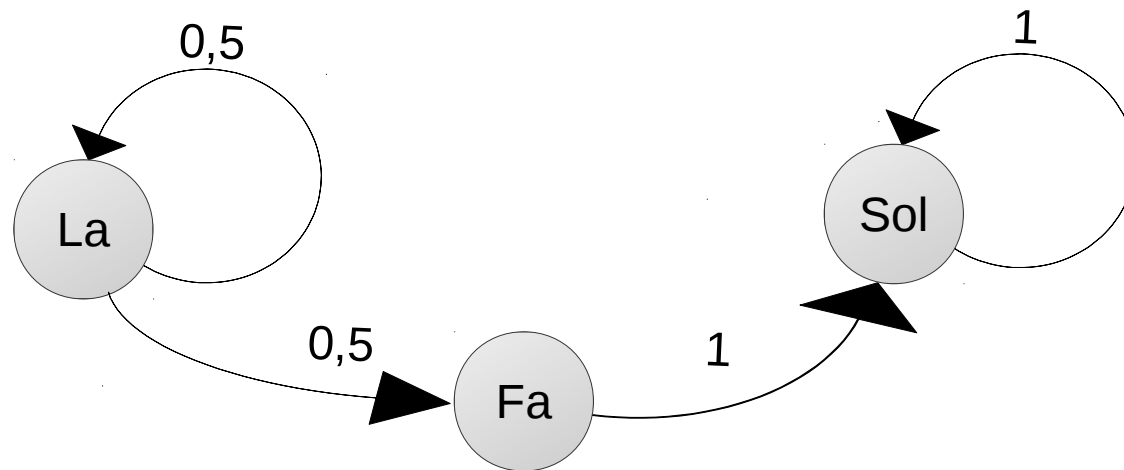
Chaîne de Markov



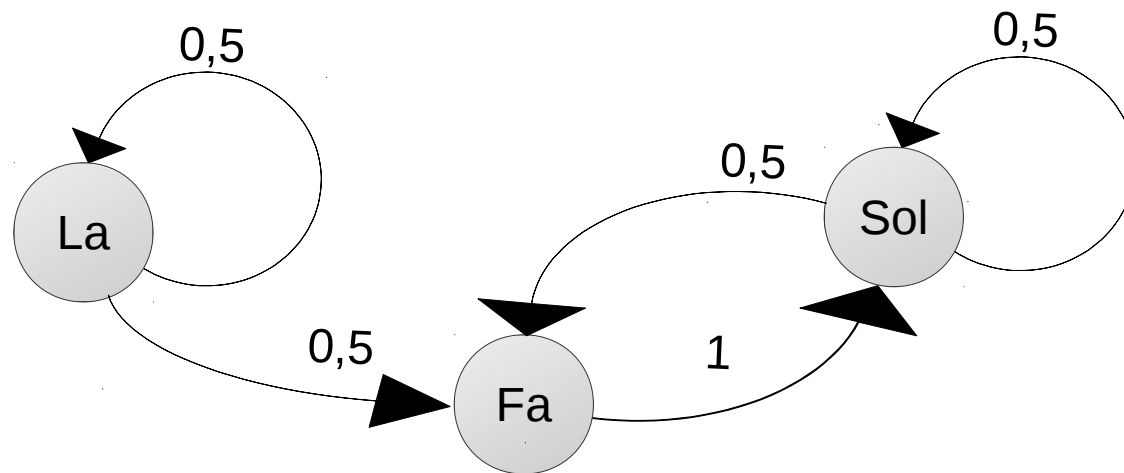
Chaîne de Markov



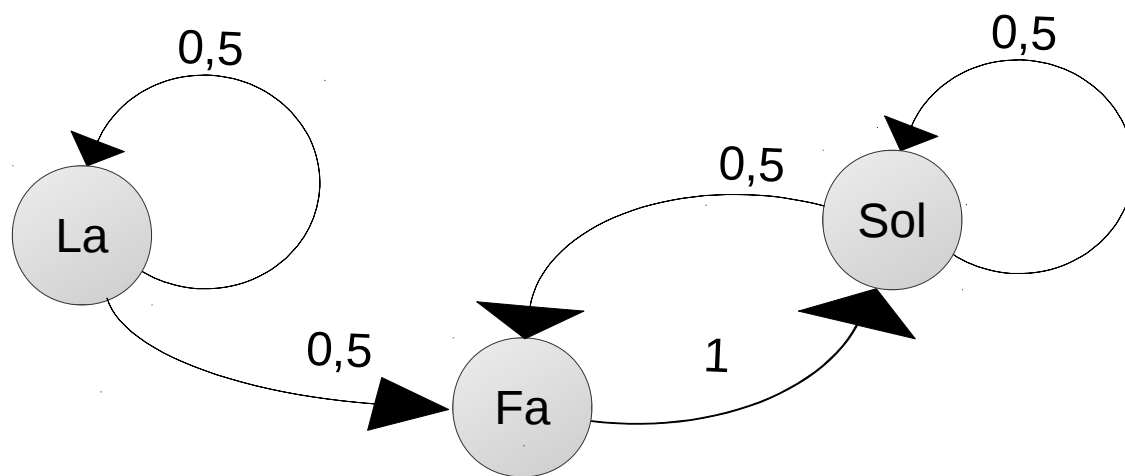
Chaîne de Markov



Chaîne de Markov



Chaîne de Markov



Automate

	La	Fa	Sol
La	0,5	0,5	0
Fa	0	0	1
Sol	0	0,5	0,5

Matrice des transitions

Étapes

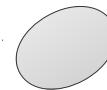
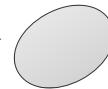
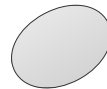
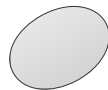
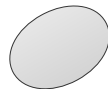
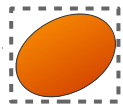
- **Extraction d'une mélodie depuis un fichier musical**
- **Représentation de la mélodie extraite**
- **Utilisation de la chaîne de Markov**
- **Calcul et représentation des propriétés mélodiques**

Propriétés mélodiques

- **Contraintes :**
 - Note minimale et note maximale
 - Rectangle représentant l'allure de la mélodie
 - Couples de notes
- **Autres propriétés :**
 - Patterns caractéristiques
 - Répartition des notes

Propriétés mélodiques

Hauteur
(nb de notes)

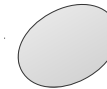
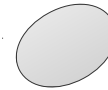
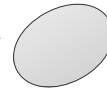
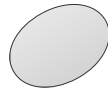
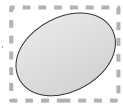


Écart moyen
Monotonie

1

Propriétés mélodiques

Hauteur
(nb de notes)



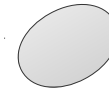
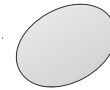
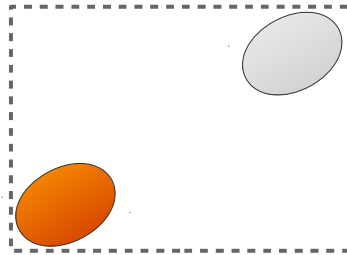
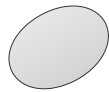
Écart moyen
Monotonie

0
2

+(0-0) hauteur rectangle
+1 largeur rectangle

Propriétés mélodiques

Hauteur
(nb de notes)



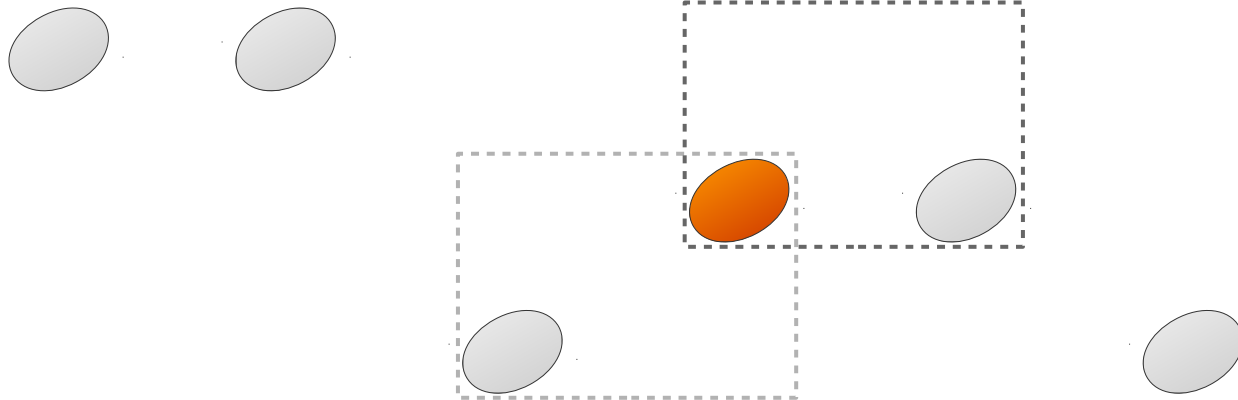
Écart moyen
Monotonie

1
1

+(1-0) hauteur rectangle

Propriétés mélodiques

Hauteur
(nb de notes)



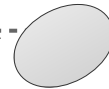
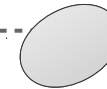
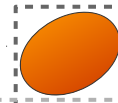
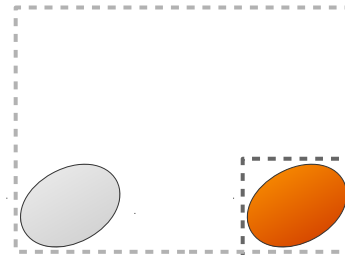
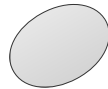
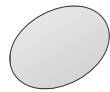
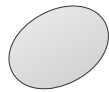
Écart moyen
Monotonie

1
2

+(1-1) hauteur rectangle

Propriétés mélodiques

Hauteur
(nb de notes)



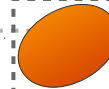
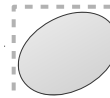
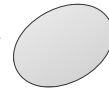
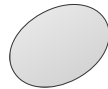
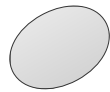
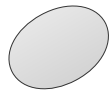
Écart moyen
Monotonie

0,75
3

+(0,75-1) hauteur rectangle
+1 largeur rectangle

Propriétés mélodiques

Hauteur
(nb de notes)



Écart moyen
Monotonie

0,80
1


$+(0,8-0,75)$ hauteur rectangle

Propriétés mélodiques

- **Contraintes :**
 - Note minimale et note maximale
 - Rectangle représentant l'allure de la mélodie
 - Couples de notes
- **Autres propriétés :**
 - Patterns caractéristiques
 - Répartition des notes

Propriétés mélodiques

	La	Fa	Sol
La	0,5	0,5	0
Fa	0	0	1
Sol	0	0,5	0,5



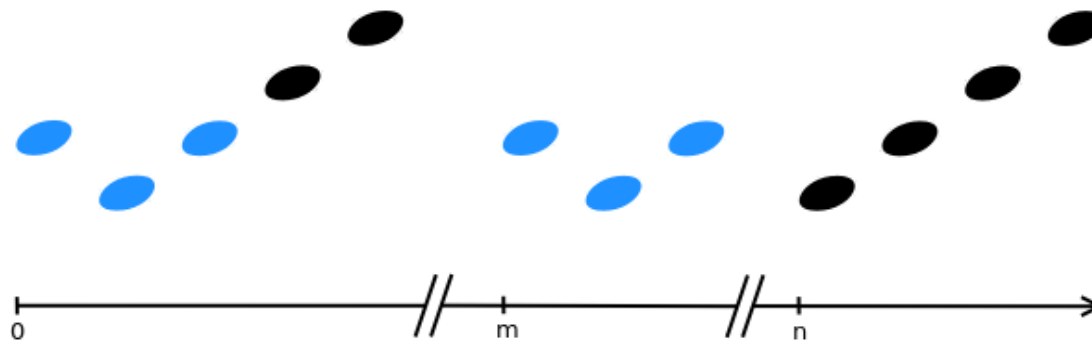
```
<couples-notes>
  ...
  <couple>
    <note>
      La
    </note>
    <note>
      Fa
    </note>
    <distance>
      1
    </distance>
    <probabilite>
      0,5
    </probabilite>
  </couple>
  ...
</couples-notes>
```

Propriétés mélodiques

- **Contraintes :**
 - Note minimale et note maximale
 - Rectangle représentant l'allure de la mélodie
 - Couples de notes
- **Autres propriétés :**
 - Patterns caractéristiques
 - Répartition des notes

Propriétés mélodiques

- **Un pattern est caractérisé par :**
 - Sa taille (nombre de notes)
 - Le nombre fois qu'il se répète
 - L'amplitude du motif
 - Les positions du pattern dans la mélodie



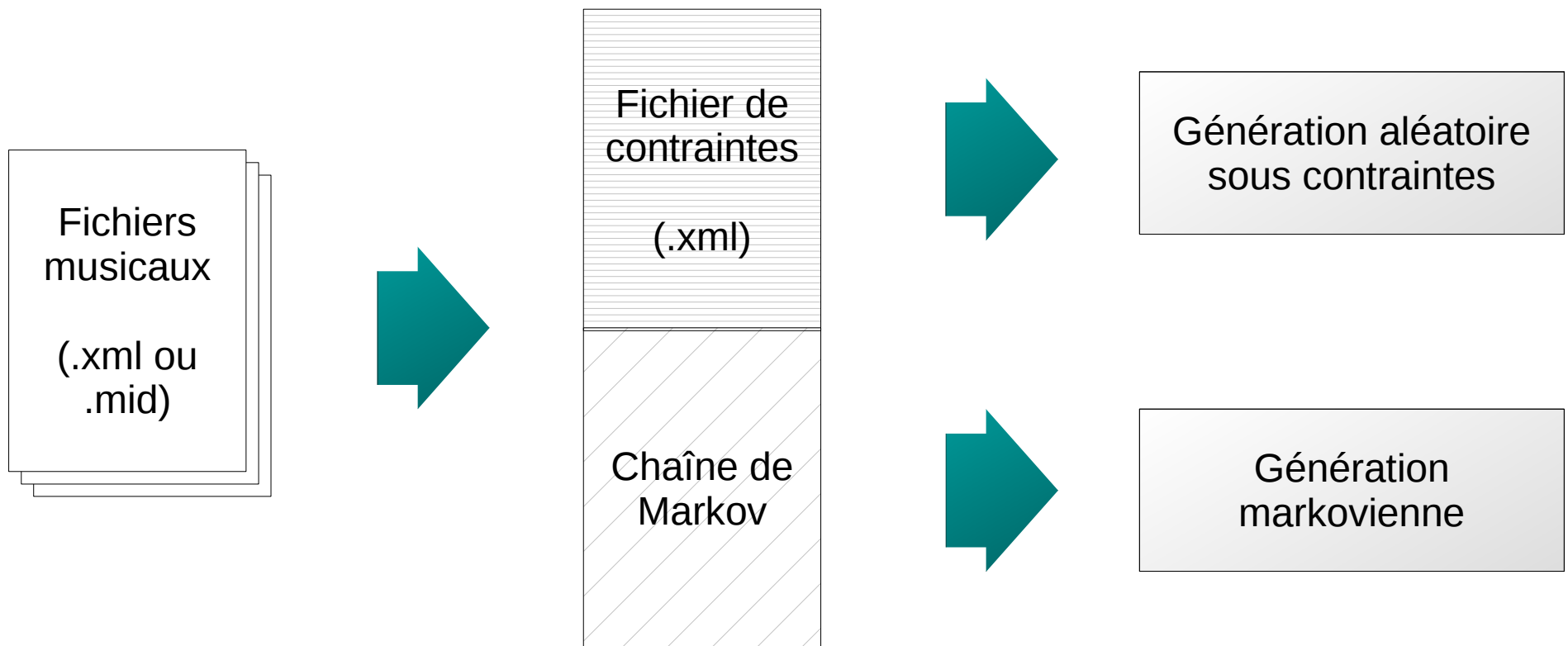
Propriétés mélodiques

- **Contraintes :**
 - Note minimale et note maximale
 - Rectangle représentant l'allure de la mélodie
 - Couples de notes
- **Autres propriétés :**
 - Patterns caractéristiques
 - Répartition des notes

Étapes

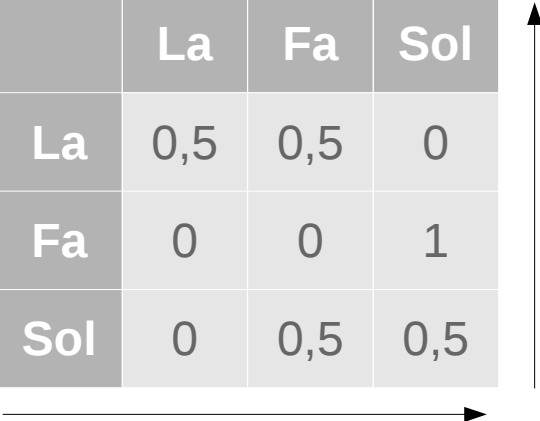
- **Extraction d'une mélodie depuis un fichier musical**
- **Représentation de la mélodie extraite**
- **Utilisation de la chaîne de Markov**
- **Calcul et représentation des propriétés mélodiques**
- **Génération aléatoire sous contraintes ou markovienne**

Générations



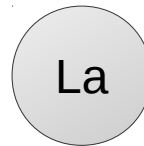
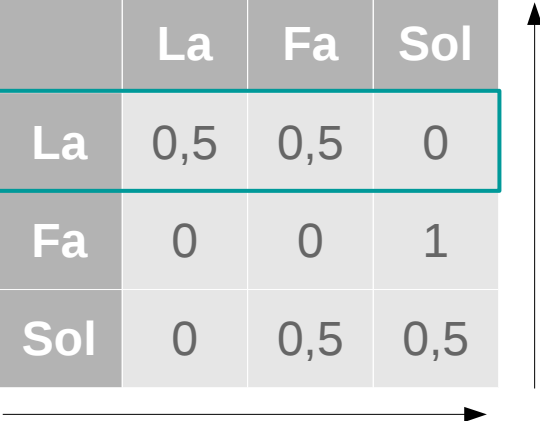
Improvisation avec Markov

	La	Fa	Sol
La	0,5	0,5	0
Fa	0	0	1
Sol	0	0,5	0,5



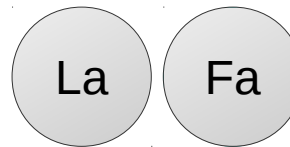
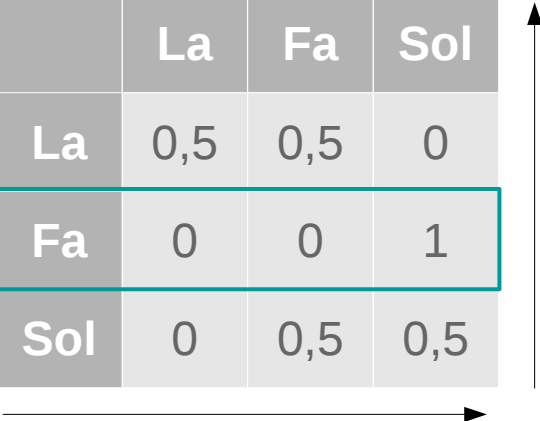
Improvisation avec Markov

	La	Fa	Sol
La	0,5	0,5	0
Fa	0	0	1
Sol	0	0,5	0,5



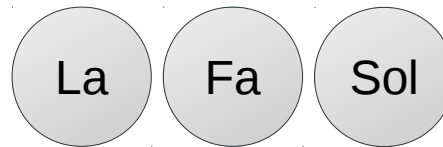
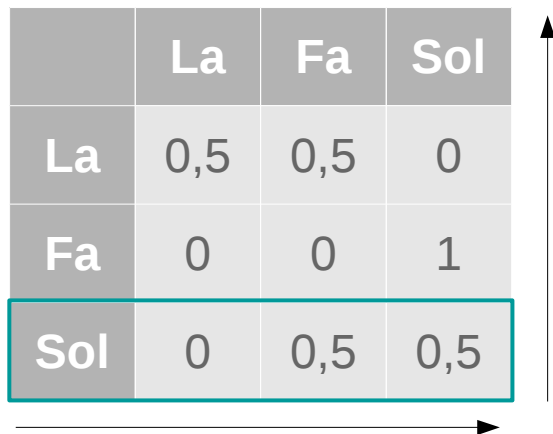
Improvisation avec Markov

	La	Fa	Sol
La	0,5	0,5	0
Fa	0	0	1
Sol	0	0,5	0,5



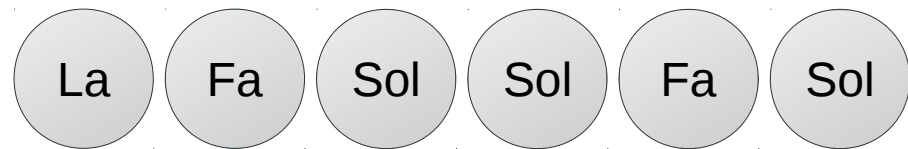
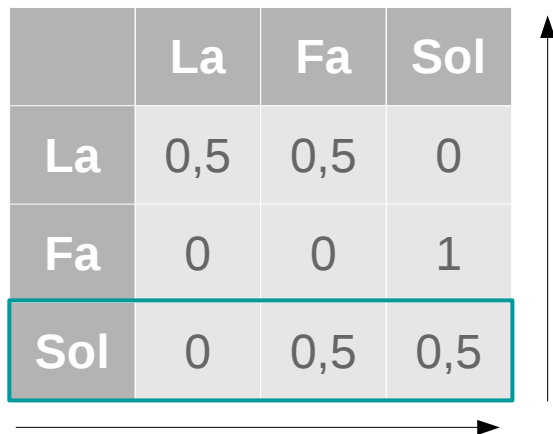
Improvisation avec Markov

	La	Fa	Sol
La	0,5	0,5	0
Fa	0	0	1
Sol	0	0,5	0,5



Improvisation avec Markov

	La	Fa	Sol
La	0,5	0,5	0
Fa	0	0	1
Sol	0	0,5	0,5



Conclusion

Conclusion

- **Partition(s) MIDI/XML → Mélodie MIDI**
- **Un programme par étape du processus d'improvisation**
- **Comparaison de la structure uniquement, écouter la mélodie pour juger**