

La génération automatique de poésie en français

Tim Van de Cruys
CNRS & IRIT, France

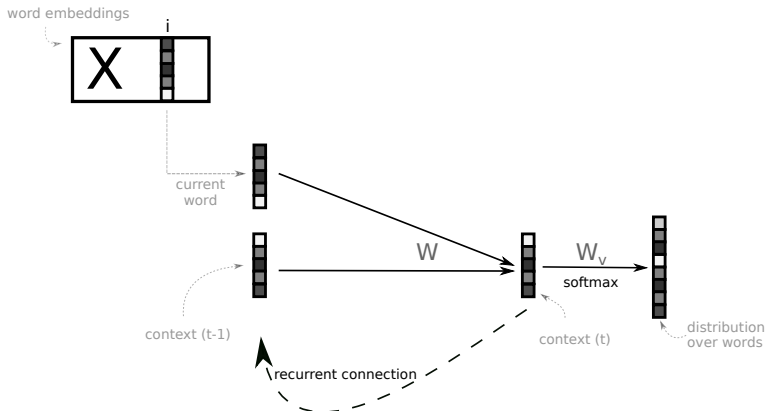


Introduction

- La génération automatique de poésie est une tâche difficile
- Les aspects linguistiques ainsi que littéraires doivent être pris en compte
- On utilisera des **réseaux de neurones** pour la génération de langue
- On appliquera des **contraintes** thématiques et littéraires pour générer des vers poétiques
- Pas de corpus poétique, que des textes génériques

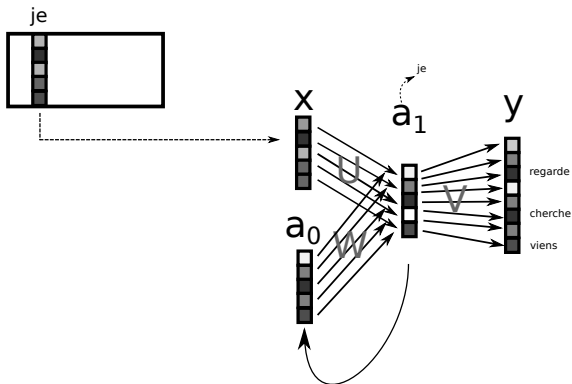
Réseau de neurones récurrent

Modèle de langue



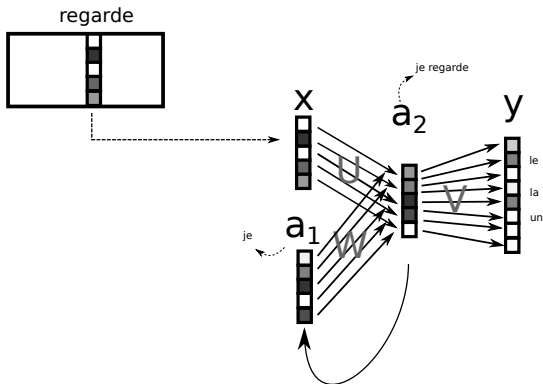
Réseau de neurones récurrent

Modèle de langue



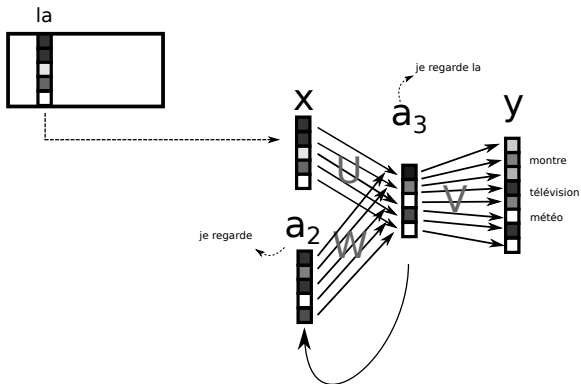
Réseau de neurones récurrent

Modèle de langue



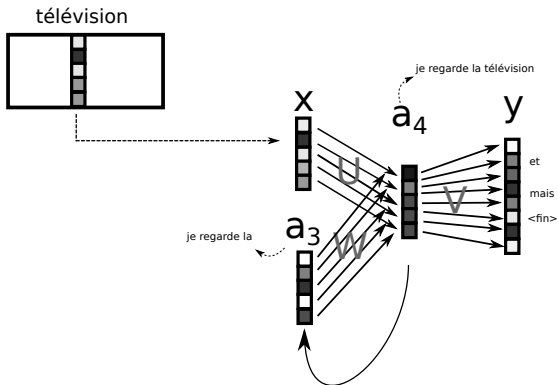
Réseau de neurones récurrent

Modèle de langue



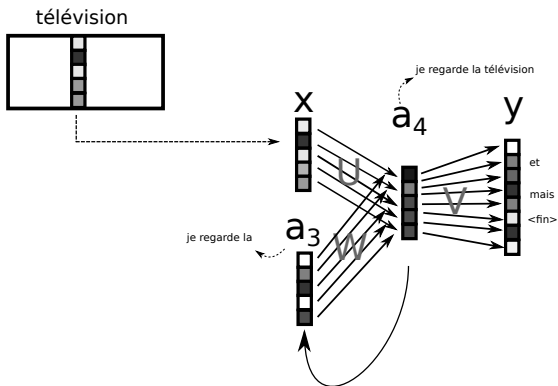
Réseau de neurones récurrent

Modèle de langue



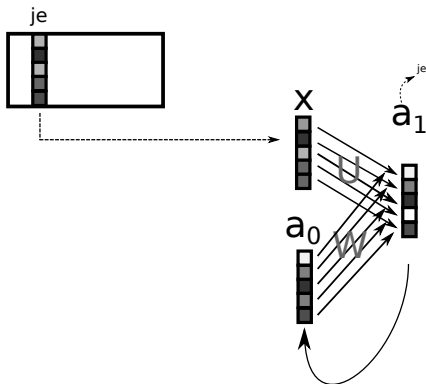
Réseau de neurones récurrent

Modèle de langue = encodeur de phrases



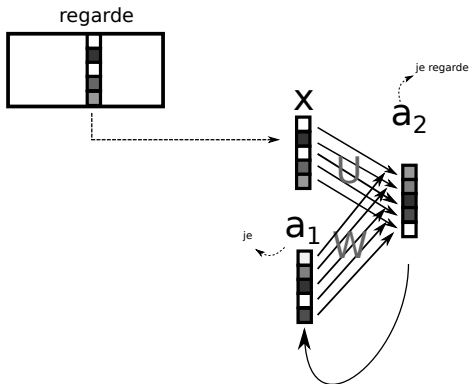
Réseau de neurones récurrent

Modèle de langue = encodeur de phrases



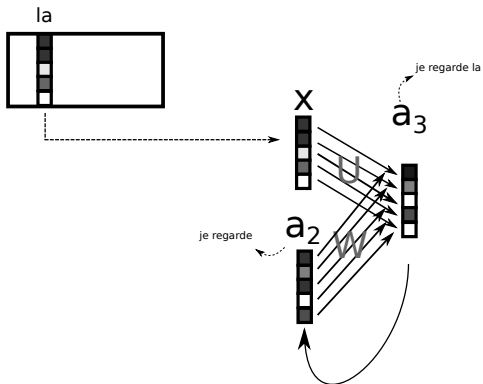
Réseau de neurones récurrent

Modèle de langue = encodeur de phrases



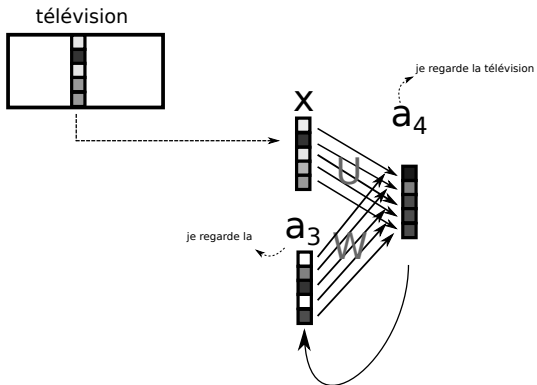
Réseau de neurones récurrent

Modèle de langue = encodeur de phrases



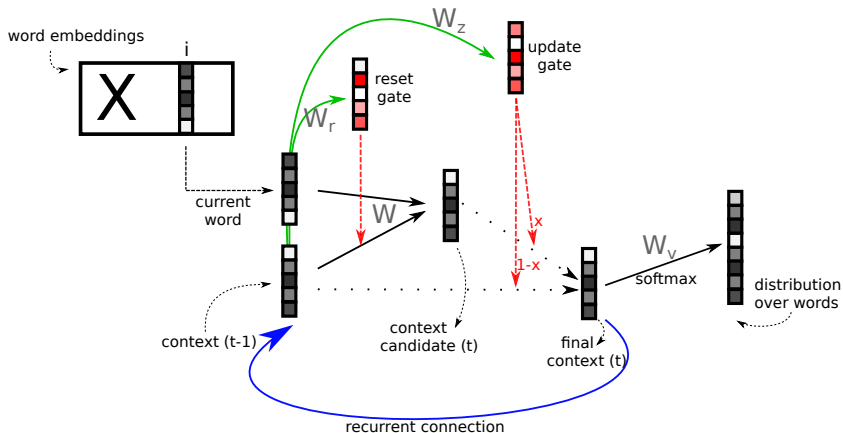
Réseau de neurones récurrent

Modèle de langue = encodeur de phrases



Réseau de neurones récurrent

Modèle de langue avec GRU



Contraintes littéraires

Rime

- Représentation phonétique de mots extrait du Wiktionnaire français

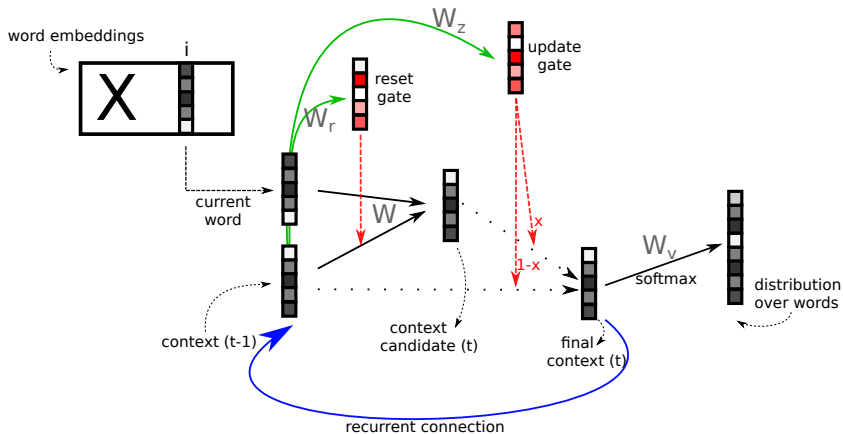
flandres	(/fl/, /ãdʁ/)
détendre	(/t/, /ãdʁ/)
lunettes	(/n/, /ɛt/)
satisfaite	(/f/, /ɛt/)

- Réseau de neurones est entraîné avec l'ordre de mots inversé
- Le dernier mot est généré en premier
- Premier pas de temps : rime est appliquée comme distribution *a priori* sur la distribution de probabilité du réseau récurrent

$$p(\mathbf{w})_{out} = \frac{1}{Z} (p(\mathbf{w}^t | \mathbf{w}^{<t}) \odot p(\mathbf{w})_{rime}) \quad (1)$$

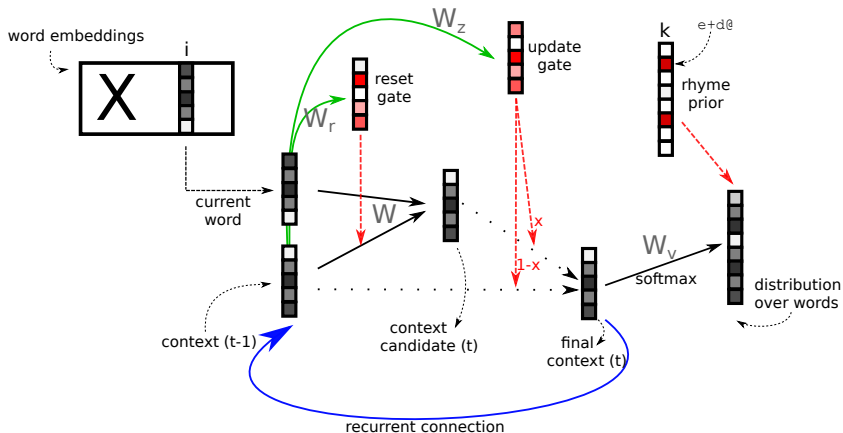
Représentation graphique

Prior de rime



Représentation graphique

Prior de rime



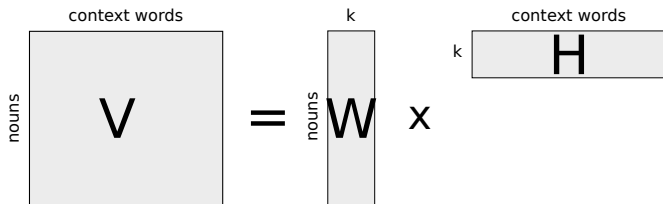
Modèle de sémantique latente

- Matrice de co-occurrences : mot \times mot contexte
- Factorisation en matrices non-négatives
- Donné une matrice non-négative V , trouvez les facteurs non-négative W et H , ainsi que:

$$\mathbf{V}_{n \times m} \approx \mathbf{W}_{n \times r} \mathbf{H}_{r \times m} \quad (2)$$

- En choisissant $r \ll n, m$ on réduit les données
- Contrainte sur la factorisation: toutes les valeurs dans les trois matrices doivent être *non négative* (≥ 0)

Représentation graphique

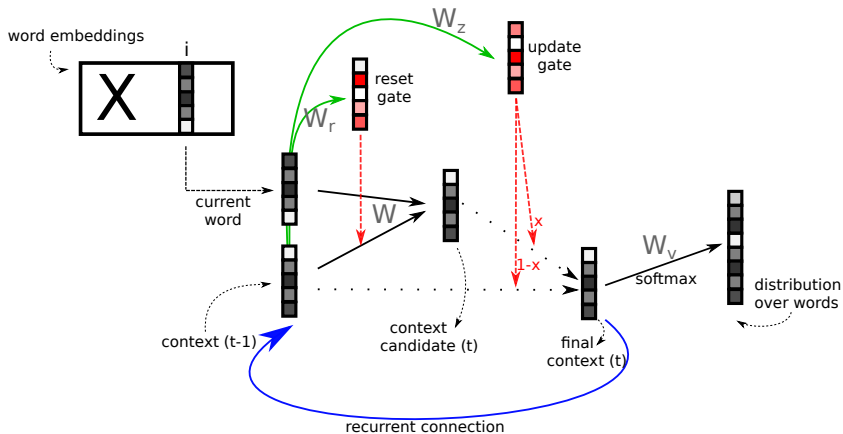


Exemple

dim 1	dim 20	dim 25	dim 90
tendresse	gare	hypocrisie	désespoir
joie	bus	mensonge	terrible
bonheur	métro	accuser	colère
sourires	tram	hypocrite	angoisse
baisers	rer	tort	violente
amour	tgV	arrogance	désarroi
joies	tramway	critiquer	frustration
merveilleux	autoroute	mensonges	souffrance
nostalgie	autobus	bêtises	humiliation
douceur	boulevard	reprocher	impuissance

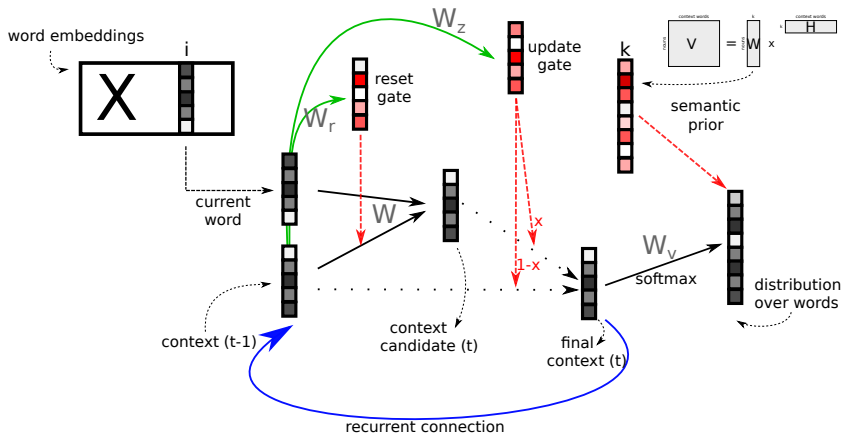
Représentation graphique

Prior thématique



Représentation graphique

Prior thématique



Distribution médiée par l'entropie

- Modification à l'aveugle de la distribution de probabilité de sortie pose des problèmes par rapport à la structure syntaxique
- Considérez les exemples suivants :

Distribution médiée par l'entropie

- Modification à l'aveugle de la distribution de probabilité de sortie pose des problèmes par rapport à la structure syntaxique
- Considérez les exemples suivants :

je sais pas encore mais je vous tiens au

Distribution médiée par l'entropie

- Modification à l'aveugle de la distribution de probabilité de sortie pose des problèmes par rapport à la structure syntaxique
- Considérez les exemples suivants :

je sais pas encore mais je vous tiens au **courant**

Distribution médiée par l'entropie

- Modification à l'aveugle de la distribution de probabilité de sortie pose des problèmes par rapport à la structure syntaxique
- Considérez les exemples suivants :

je sais pas encore mais je vous tiens au courant

en fait je suis plutôt

Distribution médiée par l'entropie

- Modification à l'aveugle de la distribution de probabilité de sortie pose des problèmes par rapport à la structure syntaxique
- Considérez les exemples suivants :

je sais pas encore mais je vous tiens au **courant**

en fait je suis plutôt **inquiète**

Distribution médiée par l'entropie

- Modification à l'aveugle de la distribution de probabilité de sortie pose des problèmes par rapport à la structure syntaxique
- Considérez les exemples suivants :

je sais pas encore mais je vous tiens au courant

en fait je suis plutôt impressionné

Distribution médiée par l'entropie

- Modification à l'aveugle de la distribution de probabilité de sortie pose des problèmes par rapport à la structure syntaxique
- Considérez les exemples suivants :

je sais pas encore mais je vous tiens au **courant**

en fait je suis plutôt **dessert**

Distribution médiée par l'entropie

- Modification à l'aveugle de la distribution de probabilité de sortie pose des problèmes par rapport à la structure syntaxique
- Considérez les exemples suivants :

je sais pas encore mais je vous tiens au **courant**

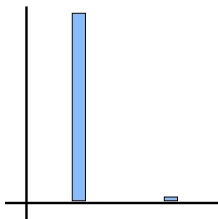
en fait je suis plutôt **rêveuse**

Distribution médiée par l'entropie

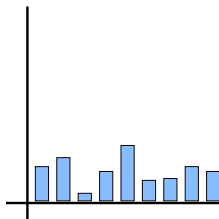
- Modification à l'aveugle de la distribution de probabilité de sortie pose des problèmes par rapport à la structure syntaxique
- Considérez les exemples suivants :

je sais pas encore mais je vous tiens au **courant**

en fait je suis plutôt **rêveuse**



basse entropie



haute entropie

Distribution médiée par l'entropie

- Lorsque l'entropie de la distribution est faible, le réseau connaît le choix du mot correct afin de générer une phrase bien formée
- Lorsque l'entropie de la distribution est élevée, on modifie la distribution du réseau afin d'insérer la thématique pertinente
- Seuil d'entropie θ fixé expérimentalement

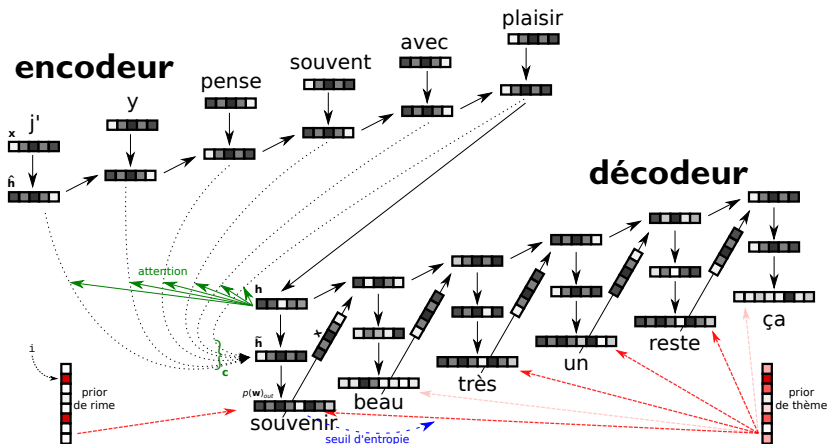
Discours

Encodeur-décodeur

- Un seul réseau de neurones récurrent génère des lignes bien formées, mais pas de cohérence entre lignes successives
- On entraîne un encodeur-décodeur à prédire la phrase suivante à partir de la phrase courante
- \sim modèle *skip thought* [Kiros et al. 2015], mais seulement phrase suivante
- Objectif : modéliser la structure interphrastique (marqueurs de discours, cohérence discursive)

Représentation graphique

Encodeur-décodeur



Cadre d'optimisation

- Un grand nombre de vers candidats sont générés
- Un score est attribué à chaque vers candidat (log-probabilités de l'encodeur-décodeur)
- Vers avec meilleur score est inclus dans le poème
- Critères d'optimisation supplémentaires :
 - score de n-gramme standard (ordre 3, lissage Kneser-Ney)
 - score basé sur modèle de sémantique latente
 - longueur du vers

Détails d'implémentation

- Modèle neuronale est entraîné sur 400 millions de mots extraits du web
- Taille du vocabulaire : 15k mots, taille de plongement : 512, taille couche cachée : 2048 (2 couches récurrentes)
- Descente de gradient stochastique avec un taux d'apprentissage décroissant
- Modèle thématique & modèle n-gramme sont entraînés sur 11 milliards de mots extraits du web
- 100 dimensions latentes

Exemple (dimension 'politique')

la puissance du système règne sur la terre
la société réside dans la situation en france
le discours est donc tourné vers la mer
certains médias jouent un rôle important dans la concurrence

ce changement dans le débat sur cet objectif
malgré la corruption du changement dans la presse
la réalité du pays est toujours aussi vif
on voit souvent un gros problème dans la vitesse

- Charles

Exemple (dimension 'joyeux')

joie, joie, amour, et son vertige
tu es toujours là, moi, je me cache
je sais, malgré tout, je me corrige
et toi, t' es folle, je m' arrache

et là , tu es belle et toute ma quête
toi, toi, toi, tes retrouvailles
moi, sans rire, je me regrette
moi, je sais, j' aime ses entrailles

- Charles

Exemple (freestyle)

cela permet de diminuer le poids de la banane
bon, on peut aussi voir la même chose
cela dépend de la rotation de la frangipane
le bruit court après la chute de la rose

en effet, cela dépend de la façon de le servir
elle peut être considérée comme un homme chez une femme
comme, par exemple, on peut le dire
le sang, la souffrance, le drame

- Charles

Évaluation

Procédure

- Difficile d'évaluer des artefacts créatifs de manière automatique
- 22 annotateurs ont évalué (score de 1 à 5)
 - six ensembles de poèmes différents (5 poèmes par catégorie)
 - ① *random* : modèle de référence aléatoire (phrases réelles)
 - ② *rnn* : génération sans contraintes
 - ③ *rime* : avec contrainte de rime
 - ④ *nmf_{rand}* : (3) + contrainte thématique (dimension aléatoire)
 - ⑤ *nmf_{spec}* : (3) + contrainte thématique (dimension 'poétique')
 - ⑥ *humain* : poèmes écrits par humains
 - par rapport à différents critères
 - *fluidité* : grammatical ?
 - *cohérence* : structuré thématiquement ?
 - *signification* : message significatif ?
 - *caractère poétique* : caractéristiques d'un poème?
 - *humain* : écrit par humain ? (oui / non)

Évaluation

Résultats

modèle	fluidité	cohérence	signification	caractère poétique	humain ? (%)
<i>random</i>	2,95	1,86	1,68	2,18	0,00
<i>rnn</i>	3,45	2,73	2,59	2,55	0,27
<i>rime</i>	3,82	2,55	2,18	3,23	0,14
<i>nmf_{rand}</i>	3,64	3,32	3,09	2,86	0,27
<i>nmf_{spec}</i>	3,82	3,82	3,55	3,95	0,45
<i>humain</i>	4,59	4,59	4,50	4,81	0,95

Conclusion

- Réseau de neurones génère des phrases grammaticales
- Contraintes poétiques et thématiques peuvent être incorporées en tant que distribution *a priori*
- Réseau encodeur-décodeur permet de modéliser une certaine cohérence discursive entre vers successifs
- Presque la moitié des poèmes générés sont jugés être écrits par un humain
- Mais pour la vraie poésie, plus de discours, de pragmatique et de la créativité intelligente sont nécessaires

Travaux futurs

- Exploration de différentes architectures de réseaux de neurones
 - Approches hiérarchiques
 - Réseaux transformateurs (*transformer networks*)
- Incorporation d'autres dispositifs poétiques, basés sur le sens
 - Symbolisme
 - Métaphore
- Incorporation de critères poétiques dans la fonction objective
- Extension à la génération automatique de chanson

<https://github.com/timvdc/poetry>



Kyunghyun Cho, Bart van Merriënboer, Caglar Gulcehre, Dzmitry Bahdanau, Fethi Bougares, Holger Schwenk, and Yoshua Bengio. Learning Phrase Representations using RNN Encoder–Decoder for Statistical Machine Translation. In *Proceedings of the 2014 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)*, pp. 1724–1734. 2014.



Ryan Kiros, Yukun Zhu, Ruslan Salakhutdinov, Richard Zemel, Raquel Urtasun, Antonio Torralba, and Sanja Fidler. Skip-thought vectors. In *Advances in neural information processing systems*, pp. 3294–3302. 2015.



Daniel D. Lee and H. Sebastian Seung. Algorithms for non-negative matrix factorization. In *Advances in neural information processing systems*, pp. 556–562. 2001.



Tomas Mikolov, Martin Karafiát, Lukas Burget, Jan Cernocky, and Sanjeev Khudanpur. Recurrent neural network based language model. In *INTERSPEECH 2010, 11th Annual Conference of the International Speech Communication Association*, pp. 1045–1048. 2010.



Tomas Mikolov, Stefan Kombrink, Lukas Burget, Jan Cernocky, and Sanjeev Khudanpur. Extensions of recurrent neural network language model. In *International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, pp. 5528–5531. 2011.



Tim Van de Cruys, Thierry Poibeau, and Anna Korhonen. Latent vector weighting for word meaning in context. In *Proceedings of the Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, pp. 1012–1022. 2011.

Anthologie



**Il pleure
dans mon
processeur
multi-coeur**

POÉSIE AUTOMATIQUE
ANTHOLOGIE

<http://timvandecruys.be/media/charles2018.pdf>