

Université de Montréal

**Génération de récits cohérents
à partir de données sur des agents**

par
Pierre-Luc Vaudry

Doctorat en informatique
Faculté des arts et des sciences

Présentation de sujet de thèse

9 septembre 2014

1 Introduction

Je m'intéresse depuis longtemps au traitement automatique de la langue. C'est pourquoi, quelques années après avoir complété une maîtrise en linguistique, j'ai entrepris un baccalauréat « honor » en informatique. Durant cette période, j'ai réalisé plusieurs stages dans un domaine qui me passionne, la génération automatique de textes. C'est également dans ce domaine que se situe le sujet de thèse que je présente dans ce document.

Quand Guy Lapalme m'a proposé d'adapter au français SimpleNLG, un outil de génération de textes, j'ai saisi l'occasion. SimpleNLG (Gatt & Reiter, 2009) est une librairie Java relativement simple d'utilisation facilitant la dernière étape de la génération de texte, la réalisation de surface. Celle-ci consiste principalement à appliquer la grammaire et le lexique de la langue pour fixer l'ordre des mots, effectuer la flexion et insérer les espaces et la ponctuation. J'ai mis toute mon énergie dans ce projet, qui a abouti en cinq mois de travail (étés 2011 et 2012) à la création de SimpleNLG-EnFr et d'une documentation détaillée l'accompagnant. SimpleNLG-EnFr permet de réaliser un document pouvant contenir à la fois de l'anglais et du français, tout en conservant l'API de SimpleNLG. J'ai pu présenter mon adaptation d'abord de manière informelle, au *SimpleNLG User Group meeting* de la *European Conference on Natural Language Generation* (ENLG) en 2011 (Vaudry, 2011), puis en tant que poster officiel à ENLG 2013 (Vaudry & Lapalme, 2013).

La qualité de mon travail a été remarquée par les créateurs de SimpleNLG, m'ouvrant les portes à un stage à l'université d'Aberdeen sur la génération de rapports médicaux. J'ai été engagé pour la durée de mon séjour (du 16 juillet au 31 août 2012) comme assistant de recherche en génération de texte, avec pour mission d'améliorer la génération de rapport dans le cadre du projet *Managing Information in Medical Emergencies* (MIME). Le rapport généré devait être bref et factuel, tout en mettant en évidence les liens entre les divers événements : les variations des signes vitaux du patient (données enregistrées à grande fréquence par des capteurs) et les actions et observations des secouristes (événements discrets entrés manuellement). Sous la direction du professeur Chris Mellish et bénéficiant des conseils du professeur Ehud Reiter et de plusieurs autres, j'ai beaucoup appris sur les

étapes de la génération de texte précédant la réalisation de surface, soit la planification du document et la microplanification (ou planification des phrases). J'ai aussi eu l'occasion d'aborder l'analyse et l'interprétation des données qui ont lieu avant la génération de texte proprement dite. Malgré la courte durée du stage, mon superviseur a été impressionné par ce que j'avais réussi à accomplir. J'ai participé à la rédaction des deux articles pour ENLG 2013 qui ont découlé de ce projet (Schneider et al., 2013a, 2013b).

L'été dernier (avril à juillet 2013), j'ai appliqué mes nouvelles compétences au jeu vidéo avec des résultats tout aussi encourageants. J'ai conçu un module de génération de description de scène en trois dimensions pour le jeu Bot Colony de North Side Inc. Le module permet à un personnage robot du jeu de décrire ce qu'il voit quand le joueur lui pose une question telle que « *What do you see?* ». Cette réponse varie en fonction de la position du robot, qui peut se déplacer, et de celle des divers objets, dont plusieurs peuvent également être déplacés. J'ai dû pour cela modifier le client qui s'occupe du graphisme 3D pour qu'il puisse déterminer les objets visibles du point de vue du robot, ainsi que leurs relations spatiales, et communiquer les informations pertinentes au serveur s'occupant du dialogue en langue naturelle. Après avoir sélectionné les objets les plus saillants du point de vue du robot, la description de la scène est structurée en fonction des relations spatiales entre les objets. La structure de la description est ensuite convertie en structures syntaxiques et réalisée par le module de réalisation de surface propre au serveur du jeu. Pour donner un aperçu du résultat, une vidéo de démonstration disponible sur YouTube¹ a été annoncée sur le forum de Bot Colony (Vaudry, 2013).

En somme, j'ai au cours de ces trois stages acquis des connaissances et de l'expérience sur les trois grandes étapes de la génération de texte (planification du document, microplanification et réalisation de surface) et sur l'analyse et l'interprétation préalable des données. J'ai pu expérimenter ces notions dans deux contextes applicatifs différents. L'un d'eux, la génération de rapports médicaux, m'a particulièrement inspiré pour le choix de mon sujet de thèse. La section suivante de ce document présente la problématique entourant ce sujet, c'est-à-dire la génération de textes narratifs à partir de données portant

¹ <https://www.youtube.com/watch?v=29dB3QGKY9g>

sur des agents intelligents. Les sections 3 et 4 développent mes idées sur la façon d'améliorer la génération de tels textes. La section 5 présente les approches existantes que pourrai utiliser pour implanter mes idées. La section 6 présente une expérience que j'ai déjà menée pour mettre à l'épreuve l'approche proposée dans la section 4. Enfin, la section 7 donne un aperçu du déroulement de mes recherches.

2 Problématique

Des quantités toujours plus importantes de données sont produites quotidiennement. Des appareils mobiles disposant de capteurs toujours plus nombreux et variés occupent une place de plus en plus grande dans nos vies. On étudie présentement leur utilisation au quotidien pour surveiller l'état de santé d'une personne atteinte d'une maladie cardiaque ou d'un trouble mental, par exemple. Des capteurs spécialisés pourraient également être appliqués temporairement lors d'une urgence médicale pour permettre un meilleur transfert de l'information dans la chaîne de soins (ambulancier, infirmière, médecin, etc.). Même sans capteurs spécialisés, notre comportement est souvent enregistré. La télésurveillance vidéo, que ce soit pour raison de santé, de sécurité ou de surveillance de la circulation, produit beaucoup de données qui nécessitent d'être analysées et synthétisées pour pouvoir y déceler les comportements problématiques. Toutes les transactions commerciales et financières enregistrées quotidiennement peuvent fournir des informations importantes sur le comportement des consommateurs et l'économie, ce qui est précieux pour les entreprises, les gouvernements et la société en général. Sur le web, les millions de clics enregistrés ont le potentiel d'améliorer l'expérience des utilisateurs en cernant mieux leurs besoins. Enfin, les différents *logs* enregistrés par les serveurs informatiques ont besoin d'être exploités pour mieux gérer le trafic et la sécurité des réseaux.

Ces exemples ont en commun un volume important de données temporelles non textuelles mises à jour fréquemment, de nature hétérogène et impliquant des agents intelligents (en tant qu'individus ou en tant que groupes). Pour présenter cette information de manière à permettre aux gens impliqués de comprendre rapidement la situation et de prendre de meilleures décisions, l'ordinateur doit pouvoir découvrir les liens entre les différents types de données et les exprimer adéquatement. En effet, les données ne doivent pas être seulement décrites, mais aussi analysées, synthétisées et expliquées. De plus, il faut faire cela non seulement en fonction des propriétés intrinsèques des données, mais aussi des caractéristiques du public cible et des raisons pour lesquelles on a besoin de ces informations.

Les méthodes d'analyse statistique et de présentation graphique permettent jusqu'à un certain point d'analyser et de décrire les données, mais le résultat de ces analyses n'est pas toujours facile à interpréter. Les résumés textuels générés automatiquement ont le potentiel de mieux donner un sens aux données. Des expériences ont montré que pour présenter ce type de données temporelles, un texte rédigé par un spécialiste du domaine mène à de meilleures décisions qu'une présentation graphique, même si pour l'instant les textes générés automatiquement n'arrivent pas à ce niveau de performance (Law et al., 2005; Portet et al., 2009). Ceci dit, rien n'exclut de combiner les modalités; toutefois, cela dépasse le cadre de cette thèse. En ce qui concerne les textes générés, des experts en analyse du discours ont conclu que le problème résidait dans la structure narrative (McKinlay et al., 2009), ce qui signifie entre autres que les liens entre les différents événements présentés n'étaient pas toujours clairs. Pour régler ce problème, Hunter et al. (2012, pp. 27-28) ont suggéré de mettre l'accent sur les liens de causalité et la cohérence globale et d'investiguer ce qui caractérise la façon dont un texte narratif, par opposition à un autre type de texte, arrive à mettre en valeur les relations causales, discursives et temporelles.

M'inspirant de ces recommandations et dans le but d'augmenter l'efficacité communicative de ce type de texte généré, je propose d'en augmenter la cohérence par une meilleure agrégation des données et par une meilleure exploitation des liens de causalité. Premièrement, privilégier l'agrégation des données plutôt que la sélection de certaines informations au détriment d'autres permettrait d'éviter des problèmes de continuité caractéristiques de la présentation de données temporelles volumineuses. Deuxièmement, je propose de mieux déterminer et exprimer les relations causales entre les informations véhiculées par le texte, car les relations causales sont ce qui permet le mieux au lecteur de donner un sens à un texte narratif. Ces deux propositions seront développées davantage dans les sections 3 et 4.

3 Privilégier l'agrégation des données

Le pipeline classique en génération de texte comprend dans l'ordre : la planification du document, la planification des phrases et la réalisation de surface (Reiter & Dale, 2000). La planification du document comprend la détermination du contenu et la structuration du contenu. La phase préalable d'analyse et d'interprétation des données n'est généralement pas considérée comme faisant partie de la génération de texte proprement dite.

Une façon courante de déterminer le contenu lorsque les données sont surabondantes est de procéder par sélection : on conserve les informations jugées pertinentes et importantes et on écarte les autres (eg. : Portet et al., 2009; Yu, Reiter, Hunter, & Mellish, 2007). Si on combine l'analyse et l'interprétation des données et la détermination du contenu, on peut éviter d'écartier certaines informations en privilégiant lorsque possible l'agrégation des données plutôt que la sélection (« summarising data » vs « selecting data », dans les termes de Reiter & Dale, 2000, pp. 96–97). Cela peut augmenter la cohérence du récit, car cela évite des problèmes de manque de continuité dans le texte. En effet, quand on élimine un évènement dans une séquence temporelle, cela peut en changer l'interprétation, voir la rendre absurde. Portet et al. (2009, pp. 807–808) décrivent le problème de la continuité entre les évènements apparaissant dans le texte : mentionner deux évènements estimés importants sans mentionner ce qui s'est passé entre les deux peut parfois résulter en une incohérence dans le texte. Par exemple, dans un contexte médical, supposons qu'on mentionne qu'un patient a initialement une température de 37,7°C. Si on ne juge pas la lente baisse de température qui se produit ensuite comme suffisamment importante pour être mentionnée dans le texte, la mention d'une brusque remontée à 37,3°C semblera incohérente pour le lecteur. Un autre problème est le fait que les évènements non sélectionnés ne contribuent aucunement au message véhiculé par le texte. Une alternative utilisant davantage l'agrégation aurait pu être de mentionner un intervalle de valeurs accompagné d'une caractérisation de la variabilité du signal pour la période en question.

De plus, dans certains cas on ne considère que les caractéristiques de chaque évènement pris individuellement (Portet et al., 2009, p. 797; Yu et al., 2007, pp. 40–42). Or, on observe

que l'importance d'un évènement varie en fonction de la présence d'autres évènements. Par exemple, par une journée calme, des variations météorologiques mineures auraient plus d'importance que les mêmes variations un jour de tempête (Goldberg, Driedger, & Kittredge, 1994, p. 46). Un autre exemple : si les signes vitaux d'un patient semblaient normaux, des artéfacts signalant un problème de capteur seraient importants à mentionner, mais seraient une distraction dangereuse si un véritable problème médical était détecté au même moment (Portet et al., 2009, pp. 808–809).

Plusieurs projets de génération de textes ont utilisé l'agrégation dans l'analyse de données spatiotemporelles (Goldberg et al., 1994; Ponnampertuma, Siddharthan, Zeng, Mellish, & van der Wal, 2013; Turner, Sripada, Reiter, & Davy, 2008). Dans le projet FOG, le processus qui détermine quels sont les évènements significatifs est appelé « fusion temporelle et spatiale » (Goldberg et al., 1994, pp. 46–47). Selon des critères de similarité qui varient selon le type de bulletin météo généré (public ou marin), les données sont regroupées d'abord géographiquement, puis temporellement. Cela permet de dégager où et quand les conditions météorologiques ont changé significativement, sans avoir à faire de sélection parmi les données.

Une autre raison de combiner l'interprétation des données et la détermination du contenu est que l'interprétation des données permet d'ajuster le niveau de détail du texte (Hovy, 1990). En effet, il est nécessaire d'interpréter les données pour en produire une synthèse et donc pour avoir le choix d'omettre certains détails. On peut ainsi choisir quel(s) niveau(x) de détail (d'interprétation) on conserve dans le texte selon le style de texte désiré. Trop de détails peut être nuisible à la compréhension d'une personne ne connaissant pas bien un domaine donné, tandis qu'un expert préférera souvent tirer ses propres conclusions à partir des faits. Il faut aussi considérer la longueur du texte attendu, la durée de la période à résumer et la complexité des données.

Une fois que l'agrégation des données a permis d'identifier les périodes où les variables sont dans un même état, ce qui se passe aux frontières entre ces périodes peut être appelé un évènement.

4 Mieux déterminer et exprimer les relations causales

À l'étape d'analyse et d'interprétation des données, je propose d'améliorer l'identification des relations causales entre les états et les événements. Dans les étapes subséquentes de la génération, je propose de mieux exprimer ces relations, explicitement ou implicitement, dans le texte généré. Dans la suite de ce texte, les états et les événements seront collectivement désignés par le terme *éventualités* (Bach, 1986).

La relation de causalité, et plus précisément l'appartenance à la chaîne de causalité, a un rôle clé, car elle influence grandement la mémorabilité et l'importance perçue des éventualités mentionnées dans le texte (Fletcher & Bloom, 1988; Trabasso & van Den Broek, 1985). La chaîne de causalité est composée des éléments qui sont sur un chemin menant du début à la fin du réseau de causalité, c'est-à-dire de la situation initiale à la situation finale. Le manque de cohérence entre le début et la fin du texte, ainsi parfois que de lien évident d'une phrase à l'autre, est caractéristique de certains textes narratifs générés (McKinlay et al., 2009). Pour aider la compréhension du lecteur, ces liens doivent soit être présentés explicitement, soit pouvoir être déduits du texte. En outre, exprimer des relations causales est plus informatif qu'exprimer des relations temporelles, car il existe une certaine relation temporelle entre toute paire d'éventualités, alors que les relations causales sont plus rares. Comme les liens de causalité peuvent rarement être déduits avec certitude des données, il peut être approprié de refléter cette incertitude dans la façon dont ils sont présentés au lecteur. La notion « d'implication textuelle » nécessite que l'hypothèse impliquée par le texte soit hautement probable, mais pas nécessairement complètement certaine (Dagan, Roth, & Sammons, 2013, p. 7). Cela laisse au lecteur le choix de tirer ses propres conclusions, tout en rapprochant les faits qui pourraient mener à une déduction correcte selon le programme.

4.1 Postuler des acteurs, des buts et des actions

Postuler des acteurs ayant des buts et produisant des actions permet d'enrichir le réseau des relations causales. On peut définir les actions comme des éventualités motivées par un but et les buts comme des états non observables d'un acteur. Ces notions ont été utilisées

avec succès dans les recherches sur la compréhension des textes narratifs (Trabasso & van Den Broek, 1985).

Les buts des acteurs sont importants pour la cohérence parce qu'ils sont la cause ou la conséquence de plusieurs éventualités. Un évènement peut être évalué selon les buts poursuivis et provoquer ainsi une mise-à-jour des buts. Un but peut en retour motiver une ou plusieurs actions. La motivation est considérée comme un type de causation.

Selon le cas, il peut être utile de considérer d'autres types d'états mentaux que des buts. Par état mental, j'entends tout état non directement observable susceptible d'aider à expliquer les actions d'un acteur. Le moral d'une équipe sportive, la confiance des consommateurs en l'économie et l'état émotionnel d'un patient suivi pour des troubles cardiaques ou de santé mentale sont quelques exemples d'états mentaux potentiellement pertinents pour certaines applications. L'évènement qui consiste en un changement d'état mental suite à un autre évènement peut être appelé réaction. Une action pourra être causée par une éventualité mentale autre qu'un but dans certaines circonstances (une action faite « sous le coup de l'émotion », par exemple).

Remarquez que les types d'éventualité mentale et les relations causales possibles impliquant celles-ci peuvent prêter à interprétation et donc à variation. Dans le cadre d'un projet de génération, ces choix devraient être faits en fonction de l'application visée et être consistants pour l'ensemble du projet. Par exemple, Swartjes (2006) introduit le concept de *perception* comme éventualité mentale faisant l'intermédiaire entre un évènement observable et toute autre éventualité mentale. Ceci lui est utile dans le cadre de la simulation qui sert à la création d'un conte. Dans ce document, cette notion ne sera pas utilisée.

À titre d'illustration, prenons un exemple dans le domaine médical inspiré du projet *Managing Information in Medical Emergencies* (MIME) (Schneider et al., 2013a, p. 154, fig. 1). Ces évènements se déroulent dans le contexte de l'intervention de secouristes lors d'une urgence médicale. Ceux-ci disposent de capteurs portatifs pour enregistrer les signes vitaux du patient et d'une interface de style tablette pour entrer leurs actions et observations.

Plus formellement et en précisant les heures, les données de l'Exemple 1 peuvent être représentées de la manière suivante :

```
# Les prédicats dénotant des éventualités ont la forme suivante :
# type_d'éventualité(identifiant, importance, heure_de_début, heure_de_fin, valeur)
# importance : nombre entier; un nombre plus élevé indique une plus grande importance

### But ###
# Valeur : une éventualité à atteindre.

# "Entre 14h32 et 14h50, les secouristes avaient pour but
# que le rythme respiratoire soit normal."
goal( B1, 6, 14:32, 14:50,
      respiratory_rate_relative_level(B1e, 2, 14:32, 14:50, normal) )

### Tendance du rythme respiratoire en respirations par minutes ###
# Valeur : valeur au début - valeur à la fin

# "Le rythme respiratoire est passé de 20 à 30 respirations par minute entre 14h30 et 14h34."
respiratory_rate_trend(Ev1, 1, 14:30, 14:34, 20-30)

respiratory_rate_trend(Ev2, 1, 14:34, 14:40, 30-30)
respiratory_rate_trend(Ev3, 1, 14:40, 14:42, 30-27)
respiratory_rate_trend(Ev4, 1, 14:42, 14:43, 27-30)
respiratory_rate_trend(Ev5, 1, 14:43, 14:60, 30-30)

### Rythme respiratoire relativement à la normale ###
# Valeur : low | normal | high

# "Le rythme respiratoire était normal entre 14h30 et 14h32."
respiratory_rate_relative_level(Et1, 2, 14:30, 14:32, normal)

respiratory_rate_relative_level(Et2, 2, 14:32, 14:50, high)

### Actions ###
# Valeur : type d'action
# inhaler : inciter le patient à utiliser son inhalateur
# oxygen : appliquer au patient un masque à oxygène

# "Les secouristes ont incité le patient à utiliser son inhalateur à 14h38."
action(A1, 4, 14:38, 14:38, inhaler)

action(A2, 4, 14:39, 14:39, oxygen)

### Réactions ###
# Valeur : negative | somewhat_negative | neutral | somewhat_positive | positive

# "À 14h42, les secouristes ont évalué plutôt positivement la relation
# entre une certaine éventualité et un certain but."
evaluation(R1, 5, 14:42, 14:42, somewhat_positive)

evaluation(R2, 5, 14:43, 14:43, negative)

### Relations causales ###
# Les prédicats dénotant les liens causaux ont la forme suivante :
# link(identifiant_de_la_cause, identifiant_de_l'effet)
link(Ev1,B1) # "Ev1 a causé B1"
link(B1,A1)
link(B1,A2)
link(A1,Ev3)
link(A2,Ev3)
link(B1,R1)
link(B1,R2)
link(Ev3,R1)
link(Ev4,R2)
```

Figure 2 Formalisation des données de l'Exemple 1

4.1.1 Analyser les données selon la perspective du narrateur

Ce qui est un état, un évènement, un acteur, un état mental ou une action est subjectif. Pour les définir, il faut se référer à un certain point de vue sur la situation adopté pour fin de composition du récit, c'est-à-dire à la perspective du narrateur ou focalisation. Celle-ci est normalement définie par l'auteur d'un texte en fonction de ses buts communicatifs, de la perspective du lecteur implicite et de la situation de communication (voir le « problème rhétorique » selon Flower & Hayes, 1981). Le lecteur implicite est l'auditoire supposé ou visé par le texte, tel que l'imagine l'auteur, par opposition aux différentes personnes réelles qui liront effectivement le texte (Prince, 1987, p. 43). Dans le cas d'un système de génération de texte, la perspective du narrateur devra être définie avec soin lors de la conception du système. Au besoin, elle pourra être paramétrée pour permettre de varier la sortie selon les buts communicatifs, les lecteurs implicites et la situation de communication. On peut considérer le narrateur comme une sorte d'acteur, en ce qu'il a des états mentaux et des réactions, mais pas d'actions immédiates dans le cas où il n'est que témoin des évènements.

Le projet Tag2Blog (Ponnamperuma et al., 2013) est un exemple de projet de génération de texte dans lequel on attribue des buts aux actions du protagoniste, dans ce cas-ci un oiseau de proie marqué pour fins de géolocalisation. Le narrateur suit les déplacements de l'oiseau et fait des hypothèses sur son comportement (exploration, chasse, socialisation) en se basant sur des connaissances en écologie.

Les résumés de match sportif sont un exemple de la façon de tenir compte de la perspective du lecteur implicite dans le choix de la perspective du narrateur. Ces résumés peuvent être générés différemment en fonction que le public cible soit partisan ou non d'une des deux équipes (Bouayad-Agha, Casamayor, Mille, & Wanner, 2012). Cela peut affecter la façon de sélectionner les faits pertinents et de présenter les faits sélectionnés, pour se placer du point de vue de l'une ou l'autre équipe. Par exemple, un match peut être décrit comme « perdu » ou « gagné » dépendamment du point de vue.

Dans le projet PAULINE (Hovy, 1990), la forme et le contenu du récit généré varie en fonction des buts communicatifs de l'auteur, de la perspective du lecteur implicite et de la

situation de communication. Des buts rhétoriques, que j'assimile à la perspective du narrateur, servent à guider les choix devant être faits aux différentes étapes de la génération. Ainsi, les mêmes évènements, concernant des manifestations sur un campus universitaire, sont racontés du point de vue des protestataires, de l'université ou de façon neutre. Le style est également varié pour être plus ou moins bref ou formel, par exemple. La perspective du narrateur doit comprendre des variables semblables à ces buts rhétoriques pour pouvoir faire varier le point de vue et le style du texte.

4.1.2 Passage du réseau de causalité aux relations rhétoriques

La perspective du narrateur a une influence non seulement sur l'analyse et l'interprétation des données pour produire le réseau de causalité, mais aussi sur le passage de ce dernier aux relations rhétoriques qui serviront à structurer le texte. La perspective du narrateur peut dicter d'élaguer certaines éventualités, particulièrement des états ou évènements mentaux. Dans le contexte de la génération d'un conte, Theune et al. (2007) éliminent les perceptions, croyances et évaluations du réseau de causalité avant de le transformer en structure rhétorique. Si, dans d'autres types de textes, il faut en plus éviter de mentionner les buts, une seule relation rhétorique de *cause volitionnelle* peut être utilisée pour relier un évènement qui a causé un but à une action que ce but a causé (voir la Figure 3 ci-dessous). On parle de cause volitionnelle parce qu'un agent (et donc un état mental) intervient dans le processus. (Une action a une cause volitionnelle, tandis qu'un évènement autre qu'une action a une cause non volitionnelle.)

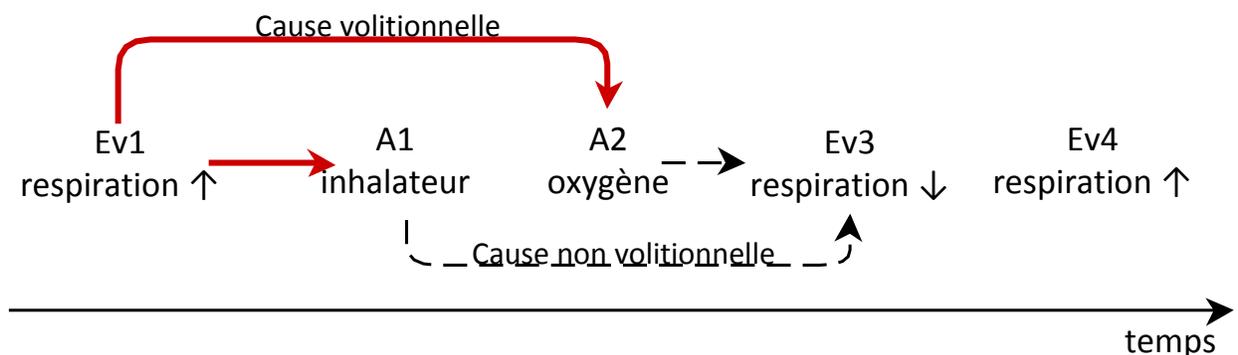


Figure 3 Relations causales sans éventualités mentales explicites dans l'Exemple 1

Il est aussi possible d'exprimer une relation rhétorique de *résultat volitionnel*, en inversant l'ordre des arguments. Si on se réfère à l'Exemple 1, on peut exprimer dans le texte que Ev1 est la cause volitionnelle de A1 et A2 ou que A1 et A2 sont les résultats volitionnels de Ev1.

Ainsi les relations de causalité n'étant pas symétriques, on peut choisir de mettre en valeur la cause ou le résultat, dépendamment de l'effet recherché. Pour faire ce choix, on doit se référer à l'importance de l'éventualité selon les connaissances propres au domaine d'application, ainsi qu'à la perspective du narrateur en général. Par exemple, on pourrait décider, dans certains contextes, de minimiser l'importance d'un évènement gênant, même s'il est en réalité très pertinent selon les connaissances du domaine. Plus généralement, tout ce qui se rapporte aux acteurs (ou à un sous-ensemble central d'acteurs), particulièrement les éventualités mentales, aura typiquement une grande importance. L'élément le plus important de la relation de causalité sera appelé le noyau et l'autre le satellite (Mann & Thompson, 1988). Pour continuer le précédent exemple, on pourrait décider qu'une action, parce qu'elle est faite par un acteur, est plus importante qu'un autre type d'évènement et choisir d'exprimer que Ev1 est la cause volitionnelle de A1 et A2, faisant ainsi de l'ensemble A1 et A2, le noyau, et de Ev1, le satellite de la relation rhétorique. Selon le genre de texte à produire, cette décision aura un impact différent sur la présentation de l'information (voir la section 4.2.3).

Les relations rhétoriques de contraste peuvent quant à elles être déduites de la comparaison entre les réactions causées par les évènements en rapport avec des buts. Deux réactions sont en relation de contraste si elles sont reliées au même but et qu'elles ont une valeur différente. Dans le cas où on ne peut pas mentionner les éventualités mentales, il y a tout de même au moins trois types de relation de contraste pouvant être déduites. Il y a une relation de contraste entre un évènement qui est évalué positivement par rapport au succès d'un but et un évènement qui a causé l'apparition de ce but. Il y a aussi contraste entre deux évènements qui provoquent des réactions opposées par rapport au même but. Enfin, il y a contraste entre un évènement provoquant une réaction négative par rapport à un but et les actions causées par ce but. Dans l'Exemple 1, on peut déduire les relations rhétoriques de contraste suivantes : Ev1-A1, Ev1-A2, Ev3-Ev4, R1-R2, A1-Ev4 et A2-Ev4 (illustrées dans la Figure 4). Pour le vérifier, on peut unir chacun de ces couples de propositions par la

conjonction « mais ». Selon la *Rhetorical Structure Theory* (RST) (Mann & Thompson, 1988), la relation rhétorique de contraste est définie comme multi-nucléaire, c'est-à-dire qu'elle ne comporte pas d'élément central (le noyau) qui serait plus important que l'autre (le satellite).

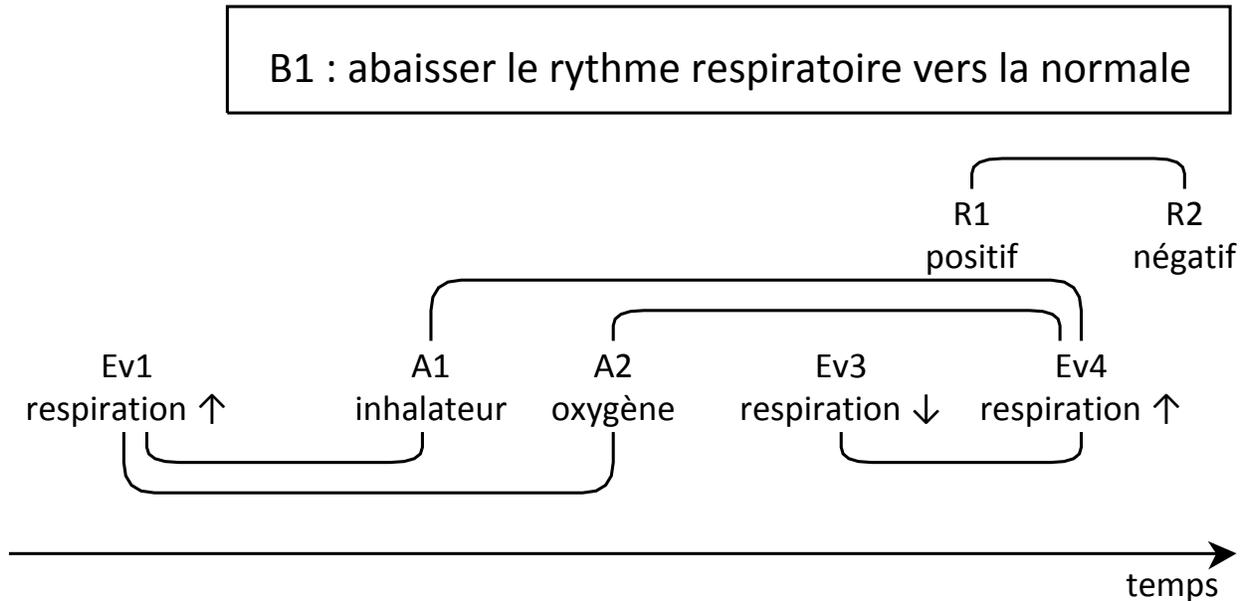


Figure 4 Relations de contraste déduites du réseau de causalité de la Figure 1

Il est à noter qu'une des raisons pour laquelle on voudrait éviter de mentionner les éventualités mentales est que celles-ci impliquent une interprétation supplémentaire des données. Or, selon le cas, il peut être préférable d'inclure moins d'interprétations et plus de détails, surtout si le lecteur implicite peut et désire faire ces interprétations par lui-même (Hovy, 1990). Dans d'autres cas, mentionner principalement les éventualités mentales permettra une meilleure synthèse.

Pour faciliter la paramétrisation de la structuration du texte (décrite à la section suivante), il est utile de faire correspondre des relations rhétoriques distinctes aux différents types liens présents dans le réseau de causalité. Les relations de cause/résultat volitionnels et non volitionnels ont déjà été indiquées plus haut (respectivement, en rouge gras et en noir tireté dans la Figure 3). Outre cela, le lien de causalité entre un but et des actions correspond à une relation rhétorique de but (en bleu tireté-double-pointillé dans la Figure 1). Le lien de causalité entre une réaction et sa cause (en vert continu dans la Figure 1)

donne lieu à une relation rhétorique d'évaluation (avec la réaction comme satellite). Enfin, comme il n'existe pas de nom consacré pour la relation entre un évènement et un but, et entre un but et une réaction, je les appellerai simplement pour l'instant la relation rhétorique évènement-but et la relation rhétorique but-réaction (respectivement, en orange tireté-pointillé et en violet petit-tireté dans la Figure 1). Je reparlerai de la façon de différencier les relations causales dans la section 6.

4.2 Structurer le texte en exprimant explicitement et implicitement les relations

Les relations de causalité et d'autres relations, comme le contraste, peuvent servir à structurer le contenu du texte pour en assurer la cohérence. Les méthodes de structuration du contenu sous forme d'arbre peuvent être divisées en deux types : descendantes (*top-down* ou *hypothesis-driven*) et ascendantes (*bottom-up* ou *data-driven*) (Marcu, 1997a).

4.2.1 Approches descendantes

Les méthodes descendantes comprennent l'utilisation de schémas, de *frames* et la planification hiérarchique par décomposition en sous-buts. Les schémas sont très utiles pour décrire la structure de textes stéréotypés. Par exemple, un bulletin météo pourrait être composé d'une première section sur la température et d'une deuxième sur les précipitations. La section sur la température donnerait obligatoirement les minimum et maximum et, s'il y a lieu, les avertissements de températures extrêmes; et ainsi de suite. La planification hiérarchique, quant à elle, part d'un but communicatif et utilise des opérateurs spécifiant comment le réaliser en assemblant des messages à l'aide de relations rhétoriques (Hovy, 1993). Les opérateurs spécifient des sous-buts qui conduisent à élaborer davantage la structure rhétorique. La composition d'un paragraphe en ajoutant un certain nombre d'évènements reliés à un évènement-clé est aussi une forme de structuration descendante (Portet et al., 2009), même si la sélection des évènements-clés eux-mêmes peut être faite de manière ascendante.

4.2.2 Approches ascendantes

Reiter et Dale (2000, pp. 107–109) résument le principe de la structuration de contenu par une approche ascendante. Celle-ci suppose en entrée un ensemble de messages devant tous être inclus dans le texte et un moyen de déterminer quelles relations rhétoriques sont

possibles entre eux. On construit la structure rhétorique en prenant itérativement la paire ayant le plus grand score selon une fonction de désirabilité. Cette dernière peut prendre différentes formes. Marcu (1997a) utilise des statistiques de préférences d'ordonnement et d'agrégation provenant d'une analyse des relations rhétoriques en corpus. De plus, il tient compte non seulement des contraintes associées aux relations rhétoriques choisies, mais aussi des autres relations entre chaque paire d'éléments pour attribuer un score à une structure rhétorique candidate. Il suppose que cela pourrait permettre à davantage de relations d'être inférées par le lecteur. Marcu (1997a) utilise une approche de satisfaction de contraintes. Pour contourner la combinatoire associée au nombre d'arbres possibles, il tente d'abord de trouver l'ordre linéaire optimal, avant de déterminer le meilleur arbre possible pour cet ordre. Mellish et al. (1998) utilisent quant à eux un algorithme génétique pour permuter les séquences et évaluent les arbres résultants selon divers critères. Ils déterminent les séquences initiales en préférant celles qui respectent la continuité des entités mentionnées.

Un des désavantages des systèmes de planification de texte ascendants est qu'ils peuvent être très lents (Reiter & Dale, 2000, p. 109). En effet, on peut considérer le problème d'ordonner un ensemble de propositions pour maximiser la cohérence locale comme un sous-problème de la maximisation de la cohérence globale (Marcu, 1997a; Mellish et al., 1998). La cohérence locale est la cohérence entre deux propositions adjacentes linéairement, tandis que la cohérence globale s'applique à la structure rhétorique (typiquement un arbre). Or, Althaus et al. (2004) ont démontré que le problème de maximiser la cohérence locale sous sa forme la plus simple est NP-complet, même si en pratique, un algorithme *branch-and-cut* peut être utilisé pour le résoudre de façon optimale pour un nombre limité de propositions (environ le contenu d'un paragraphe).

4.2.3 Approche proposée

Dans le cas de textes narratifs, je propose d'utiliser dans la structuration du contenu une approche ascendante utilisant des préférences d'agrégation et d'ordonnement et de tenir compte de toutes les relations rhétoriques possibles dans le score, comme Marcu (1997a). Je fais l'hypothèse que cela permettra d'exprimer (explicitement ou implicitement, selon le cas) un maximum de relations causales, temporelles ou autres, tout en maximisant

la cohérence locale et globale. Cependant, pour réduire la complexité algorithmique, je propose d'utiliser dans un premier temps le clustering hiérarchique pour fixer la distance entre certains sous-ensembles de messages et ce, uniquement à partir des préférences d'agrégation. Dans un deuxième temps, l'ordre total serait établi en tenant compte des préférences d'ordonnement entre chaque paire de groupes de messages, suivant la structure hiérarchique établie par le clustering. Ceci résulterait en une complexité en $O(n^2 \log n)$, en utilisant une file de priorité dans le clustering hiérarchique. Même si la solution trouvée était sous-optimale, cela apporterait un gain substantiel de vitesse d'exécution sur un ensemble de messages correspondant à un texte entier. On pourrait donc se servir de la hiérarchie construite pour segmenter le texte en paragraphes, par exemple, au lieu de devoir trouver une façon acceptable de le faire préalablement. De même, la séparation en phrases pourrait être faite en se basant sur les résultats du clustering.

Des préférences distinctes tenant compte de la perspective du narrateur contrôleraient l'utilisation de marqueurs pour exprimer explicitement les relations rhétoriques. On pourrait exprimer potentiellement toutes les relations, car la construction de l'arbre n'impliquerait pas de choisir une et une seule relation pour relier deux clusters.

4.2.4 Variations selon le genre littéraire

Pour tenir compte des différences entre les genres littéraires, les préférences d'agrégation et d'ordonnement seraient ajustées en fonction du genre souhaité, idéalement d'après des études empiriques.

Par exemple, dans un compte-rendu journalistique, l'information doit être rapportée chronologiquement et de manière purement factuelle (Centre de ressources en éducation aux médias, 2014). Les éléments en relation de séquence temporelle doivent donc être présentés rapprochés et dans l'ordre chronologique, prioritairement aux préférences de toute autre relation rhétorique. À titre d'illustration, l'Exemple 1, présenté sous forme de compte-rendu, pourrait se lire comme suit :

Après que le rythme respiratoire soit monté de 20 à 30 respirations par minute, les secouristes ont incité le patient à utiliser son inhalateur et ont appliqué au patient un masque à oxygène. Puis, le rythme respiratoire est d'abord descendu à 27, mais finalement, il est remonté à 30.

Figure 5 L'Exemple 1 sous forme de compte-rendu

Par contre, dans une nouvelle, les éléments les plus importants doivent être mentionnés d'abord (Centre de ressources en éducation aux médias, 2014). Les relations qui possèdent un noyau et un satellite (un élément significativement plus important que l'autre dans le texte) devraient donc être ordonnées avec le noyau d'abord. De plus, les relations reliant des types d'éventualités plus importants devraient avoir une préférence d'agrégation plus élevée. Par exemple, dans ce cas, la relation but-réaction devrait avoir une plus grande préférence d'agrégation que la relation d'évaluation. Ainsi, l'évaluation du succès ou de l'échec des actions seraient rapprochées des buts, mais éloignée des événements dont elles sont l'interprétation. En outre, il est à noter que dans une nouvelle on retrouvera plus d'interprétations mentionnées explicitement que dans le compte-rendu. Ces interprétations seront de plus traitées comme très importantes, de manière à mentionner les informations les plus synthétiques d'abord. L'Exemple 1, présenté sous forme de nouvelle, pourrait se lire comme suit :

Les secouristes ont tenté de faire en sorte que le rythme respiratoire soit normal et cela a d'abord fonctionné modérément, mais finalement, cela n'a pas fonctionné.

Les secouristes ont incité le patient à utiliser son inhalateur et ont appliqué au patient un masque à oxygène après que le rythme respiratoire soit monté de 20 à 30 respirations par minute. Conséquemment, le rythme respiratoire est d'abord descendu à 27, mais finalement, il est remonté à 30.

Figure 6 L'Exemple 1 sous forme de nouvelle

Pour plus de détails sur la variation selon le genre littéraire dans la planification du document, voir la section 6, dans laquelle je présente une expérience menée sur le sujet.

4.2.5 Situations initiale et finale

Dans leur évaluation de textes générés à partir de données temporelles, McKinlay et al. (2009) ont souligné qu'une de leurs lacunes était le manque d'un début et d'une fin claires. Dans les textes rédigés par les humains, la valeur des états mentionnés dans le récit était présentée au début de ce dernier. La fin du récit était caractérisée par une mise-à-jour sur la valeur de ces états. Un repère temporel était aussi présent au début et à la fin du texte.

Sans nécessairement placer les informations sur les situations initiales et finales en début et fin de texte respectivement (tous les genres de textes narratifs ne respectent pas l'ordre chronologique), il sera peut-être nécessaire de modifier la structure rhétorique produite par la méthode décrite à la section 4.2.3 pour s'assurer que les situations initiale et finales sont clairement décrites par le texte. Pour la situation initiale, il faudra s'assurer que la première fois qu'on mentionne un évènement modifiant un état, que la valeur initiale de cet état soit mentionnée. De même, si un but apparaît à un certain point du récit, mais n'est pas satisfait, il faudra s'assurer qu'une mention faisant le suivi de ce but est faite à la fin du texte.

5 Approches pour la microplanification et la réalisation de surface

Cette section présente les étapes de la génération de textes qui suivent la planification du document : la microplanification et la réalisation de surface. Elle présente également les approches existantes que je pourrai utiliser pour ces étapes de la génération de textes narratifs, en complément des idées proposées dans les sections 3 et 4.

5.1 Microplanification

La microplanification est la planification au niveau de la phrase. Elle comprend la lexicalisation, l'agrégation et la génération des expressions référentielles (Reiter & Dale, 2000, p. 114). Les choix à faire pendant ces trois opérations doivent être guidés par la perspective du narrateur, comme l'a expliqué Hovy (1990) en employant le terme de buts rhétoriques.

5.1.1 Lexicalisation

La lexicalisation consiste à déterminer quelles unités lexicales et structures syntaxiques seront utilisées pour exprimer les messages contenus dans le plan élaboré à l'étape de la planification du document (Reiter & Dale, 2000, pp. 124–132).

En particulier, il faut déterminer quelles relations rhétoriques seront soulignées par un marqueur discursif et, s'il y a plusieurs candidats, lequel. Ces décisions seront influencées par des paramètres associés à la perspective du narrateur et en particulier au genre de texte désiré.

5.1.2 Agrégation

L'agrégation consiste à déterminer quels messages doivent être combinés pour former une phrase complexe, au lieu d'une phrase simple, et comment les combiner (Reiter & Dale, 2000, pp. 132–144). On peut notamment coordonner ou subordonner une proposition à une autre, en utilisant ou non une conjonction. Dans l'exemple ci-dessous, les propositions des deux premières phrases ont été jointes en utilisant la conjonction « par conséquent », pour donner la troisième phrase.

- Le rythme respiratoire a augmenté à 30 respirations par minutes.
- Les secouristes ont décidé de ramener le rythme respiratoire à la normale.
- Le rythme respiratoire a augmenté à 30 respirations par minutes, par conséquent les secouristes ont décidé de le ramener à la normale.

La coordination de deux propositions peut aussi s'accompagner d'une factorisation ou d'un pronominalisation d'une partie de la structure syntaxique commune aux deux propositions. Dans l'exemple ci-dessous, le sujet des deux premières phrases est le même, il a donc été factorisé dans la troisième phrase. Il n'apparaît donc qu'une fois, au début de la phrase. De plus, le groupe nominal « le patient » a été remplacé par le pronom « lui » dans la deuxième proposition, parce qu'il a le même référent que « le patient » dans la première proposition.

- Les secouristes ont incité le patient à utiliser son inhalateur.
- Les secouristes ont appliqué un masque à oxygène au patient.
- Les secouristes ont incité le patient à utiliser son inhalateur et lui ont appliqué un masque à oxygène.

Les messages peuvent également être combinés de manière plus complexe, en utilisant par exemple une proposition relative ou un mode impersonnel (infinitif, participe, gérondif). L'exemple ci-dessous incorpore la première proposition sous la forme d'une proposition relative. Dans cette dernière, le complément du nom « du patient » a été a été remplacé par le pronom relatif « dont », car il a le même référent que « le patient » dans la deuxième proposition.

- Le rythme respiratoire du patient a augmenté à 30 respirations par minutes.
- Le patient a perdu conscience.
- Le patient, dont le rythme respiratoire _ avait augmenté à 30 respirations par minutes, a perdu conscience.

Dans le cas de la méthode de structuration du discours proposée ici, la décision de faire l'agrégation peut être prise directement en fonction de la distance entre les clusters trouvés dans l'étape de structuration du document. Il reste à déterminer quel procédé d'agrégation employer, en fonction de la nature des éventualités en question et des relations rhétoriques et temporelle les reliant.

Dans le cadre de la génération d'un conte, Slabbers (2006, pp. 84–87) fait l'agrégation de propositions selon les relations rhétoriques et les marqueurs qui y sont associés.

Contrairement à l'approche que je propose, la structure rhétorique sur laquelle elle se base est strictement un arbre dont chaque nœud interne est étiqueté d'une relation rhétorique. (Dans l'approche que je propose, un nœud interne est parfois non étiqueté et on peut avoir d'autres relations que celles étiquetées dans l'arbre. Pour des exemples, voir l'Annexe 4.) De plus, la segmentation en phrases est faite au moment de l'agrégation. Pour des raisons de style, le but principal de l'opération est de varier la façon dont les événements sont combinés. Le module d'agrégation parcourt donc l'arbre rhétorique en profondeur d'abord et choisit au hasard parmi les possibilités compatibles avec la relation rhétorique et les propositions en cours. Les possibilités sont les suivantes : combiner les deux propositions dans une seule phrase à l'aide d'un marqueur associé à la relation ou laisser les propositions dans des phrases séparées en ajoutant optionnellement un marqueur de relation en début d'une des deux propositions. Le nombre de propositions combinées en une seule phrase est limité arbitrairement à trois. Bien que comportant plusieurs différences avec l'approche que je propose, je retiens de cette approche le principe de se baser sur la structure rhétorique pour faire l'agrégation.

Une fois que le contenu d'une phrase est déterminé, la façon de l'agencer peut être guidée par la perspective du narrateur. Pour présenter le résultat d'un match sportif, (Bouayad-Agha et al., 2012, pp. 3:13–3:15) répartissent l'information dans chaque phrase selon les notions de thème, de rhème et de spécificateur. Dans une langue accusative, comme les langues romanes et germaniques, par défaut le thème sera réalisé comme sujet de la proposition principale, le rhème formera le reste de cette proposition et le spécificateur prendra la forme d'un complément circonstanciel. Une règle proposée énonce que le satellite d'une relation rhétorique sera placé comme spécificateur; d'autres règles permettent de déterminer quel sera le thème en fonction de la perspective choisie. Le thème peut ainsi être l'équipe favorite du lecteur implicite, ou simplement le score lui-même dans le cas d'une perspective neutre.

5.1.3 Génération des expressions référentielles

La génération des expressions référentielles consiste à choisir quels moyens lexicaux (pronoms, noms propres, noms communs, adjectifs, etc.) utiliser pour construire les expressions désignant des entités dans le texte (Reiter & Dale, 2000, pp. 144–156). Le

contenu sémantique d'une telle expression doit permettre au lecteur d'identifier correctement son référent, sans alourdir le texte inutilement. Cela implique de sélectionner les propriétés de ce référent qui sont plus pertinentes à son identification en contexte.

5.2 Réalisation de surface

La réalisation de surface transforme les spécifications syntaxiques et lexicales produites par la microplanification en un texte dans une langue donnée. Pour cela, elle s'appuie sur une grammaire et un lexique de la langue en question.

Il y a plusieurs facteurs à considérer dans le choix d'un réalisateur de surface (Reiter & Dale, 2000, pp. 192–193). Premièrement, il y a le niveau d'abstraction de la représentation donnée en entrée au réalisateur. Une représentation plus abstraite implique moins de choix linguistiques à faire pour le reste du programme en amont du réalisateur. Une représentation moins abstraite permet un contrôle plus fin sur les structures linguistiques utilisées. Deuxièmement, il est important de considérer l'investissement en temps nécessaire pour l'apprentissage de l'outil et de la théorie linguistique sous-jacente, sans parler du langage dans lequel il a été implanté. Troisièmement, il faut s'assurer que la couverture grammaticale pour la ou les langue(s) cible(s) est suffisante pour le type de texte visé. Il est très souvent nécessaire de palier à certaines lacunes linguistiques dans certains cas particuliers à l'application, mais il vaut mieux en limiter le nombre.

Parmi les réalisateurs de surface les plus connus, on trouve les suivants :

- FUF/SURGE et KPML, tous deux basés sur la grammaire fonctionnelle systémique (Halliday, 1985) et implantés en Lisp;
- Des réalisateurs basés sur la théorie Sens-Texte (Mel'čuk, 1981) :
 - RealPro (Lavoie & Rambow, 1997);
 - Le réalisateur utilisé dans le projet Marquis (Wanner, Bohnet, Bouayad-Agha, Lareau, & Nicklaß, 2010);

- XLE, qui permet de parser et générer à partir d'une grammaire lexico-fonctionnelle (*Lexical Functional Grammars*, LFG)
- SimpleNLG (Gatt & Reiter, 2009) et son adaptation bilingue SimpleNLG-EnFr (Vaudry & Lapalme, 2013)

Pour l'instant, comme la familiarité avec l'outil et la théorie utilisée sont les seuls facteurs que je peux évaluer à ce stade, SimpleNLG, SimpleNLG-EnFr et les réalisateurs basés sur la théorie Sens-Texte me semblent les meilleurs choix.

6 Expérience de génération de texte narratif

Afin de vérifier la faisabilité de la méthode de structuration de texte narratif présentée aux sections 4.2.3 et 4.2.4, j'ai mené une première expérience. À partir des données de l'Exemple 1, le programme que j'ai développé génère trois textes narratifs de genres différents.

6.1 Méthode

Le programme développé prend en entrée une description du réseau de causalité et génère en sortie des textes de trois genres différents. L'analyse et l'interprétation des données n'est pas faite par le programme, mais est présupposée dans le format du fichier d'entrée. La partie la plus importante du programme est la structuration du contenu. J'ai ici voulu tester l'approche qui consiste à se baser sur des préférences d'agrégation et d'ordonnement propres à chaque genre pour structurer le texte en deux étapes. Premièrement, faire le clustering hiérarchique ascendant selon les préférences d'agrégation, puis ordonner les deux fils d'un même cluster selon les préférences d'ordonnement.

Bien que le programme affiche la structure rhétorique obtenue sous la forme d'un dendrogramme, j'ai voulu pouvoir présenter le résultat sous la forme d'un texte en langue naturelle, pour en faciliter l'évaluation par un humain. Le programme comprend donc les étapes de microplanification et de réalisation de surface. La microplanification met en mots chacune des éventualités et assemble ces descriptions selon le plan que constitue la structure rhétorique. Le texte peut ensuite être réalisé en français ou en anglais.

6.1.1 Entrée

Le programme prend en entrée un fichier de donnée spécifiant de manière déclarative les éventualités et les relations causales entre elles. Le contenu du fichier utilisé correspond à la Figure 2 (page 11).

6.1.2 Planification du document

On suppose que les données en entrée du programme sont le produit d'une analyse et d'une interprétation des résultats qui fait la plus grande part du travail de détermination du contenu. Le module de planification du document fait donc très peu de sélection parmi le

contenu fourni et se concentre sur la structuration du contenu. L'essentiel de la sélection consiste écartier les éventualités mentales dans le cas du compte-rendu et à tout conserver pour les deux autres genres.

La partie la plus importante de l'expérience est la structuration du contenu, car c'est principalement sur cette opération que portaient les hypothèses que je voulais tester. Plus précisément, je désirais vérifier la faisabilité de l'approche de structuration ascendante par clustering et utilisant des préférences d'agrégation et d'ordonnement présentée à la section 4.2.3.

Dans le programme, les préférences d'agrégation et d'ordonnement sont spécifiées pour chaque relation dans chaque genre (voir l'Annexe 3 pour les détails). Dans un premier temps, un clustering hiérarchique est effectué de manière ascendante en considérant à chaque itération la moyenne des distances entre les membres de chaque paire de clusters. La distance entre deux éventualités est calculée à partir des préférences d'agrégation des relations rhétoriques les reliant. Plus la préférence d'agrégation est forte, plus la distance est faible. Si aucune relation rhétorique ne s'applique entre deux éventualités, une distance fixe relativement grande est attribuée. La distance temporelle relative à la durée totale de la période à narrer entre aussi dans le calcul, bien qu'avec un faible poids. Les deux clusters les plus « proches » l'un de l'autre selon ce calcul sont regroupés pour former un nouveau cluster. La distance à laquelle deux clusters ont été réunis sert par la suite à déterminer la segmentation en phrases et en paragraphes.

Dans un deuxième temps, les préférences d'ordonnement associées aux relations rhétoriques et temporelles sont compilées de manière analogue aux préférences d'agrégation pour le clustering. Une préférence d'ordonnement totale est ainsi calculée entre les clusters fils de chaque cluster à chaque niveau de l'arbre produit par le clustering. Cette préférence d'ordonnement totale détermine l'ordre à l'intérieur de chaque paire de clusters fils du même cluster.

6.1.3 Microplanification et réalisation de surface

Après la planification du document, le programme effectue la microplanification et la réalisation de surface. La langue utilisée pour ces opérations (anglais ou français) est paramétrable.

Dans le module de microplanification, pour simplifier ce sont surtout les cas nécessaires à la génération à partir des deux fichiers d'entrée mentionnés plus haut qui ont été couverts. Comme décrit dans la section 5.1, cette étape comprend la lexicalisation, l'agrégation et la génération des expressions référentielles. Le but principal recherché dans cette étape était d'exprimer la structure rhétorique construite à l'étape précédente, de façon à faciliter son évaluation dans un contexte de langue naturelle. Il était premièrement nécessaire de lexicaliser de façon relativement naturelle les éventualités, de manière à avoir un texte lisible. Pour cela, à chaque type d'éventualité est associé un patron syntaxique et lexical. La spécification de cette structure est complétée selon la valeur associée à l'éventualité. Par exemple, une éventualité de type « tendance du rythme respiratoire » s'exprime comme ci-dessous. Les crochets dénotent les frontières des constituants syntaxiques.

```
[[le [rythme respiratoire]] [(monter|descendre|rester)passé [à <valeur>]]]
```

Outre cela, l'accent a été surtout mis sur l'agrégation et la lexicalisation des relations rhétoriques. En ce qui concerne l'agrégation, la division en paragraphes et en phrases est déterminée par des seuils sur la distance entre deux clusters. En-dessous d'un certain seuil, les éventualités devaient être exprimées dans la même phrase. L'ordre a déjà été déterminé à l'étape précédente. Selon la relation rhétorique, il reste donc à déterminer si deux propositions seront coordonnées ou subordonnées, ou si une des propositions sera plutôt remplacée par un adverbe, par exemple. Le temps et le mode du verbe sont ajustés en conséquence.

La réalisation de surface est effectuée par la bibliothèque java SimpleNLG-EnFr. Cette bibliothèque s'occupe de transformer les spécifications syntaxiques et lexicales en texte en langue naturelle. La grammaire et le lexique utilisés varient bien entendu en fonction de la langue sélectionnée.

6.1.4 Sortie

Le programme génère des textes de trois genres littéraires : le compte-rendu, la nouvelle et le conte. Le compte-rendu de la Figure 5 et la nouvelle de la Figure 6 (page 19) ont été générés dans le cadre de cette expérience. Quant à ce qui est ici appelé « conte », c'est un texte présenté chronologiquement, comme le compte-rendu, mais qui mentionne explicitement les éventualités mentales, comme la nouvelle. Cela donne une structure qui peut rappeler celle d'un conte traditionnel, en ce qu'elle reproduit la série : évènement déclencheur, but, actions, résultat et évaluation du résultat. On peut voir un exemple de texte généré de ce genre à l'Annexe 5.

En sortie, on obtient un dendrogramme représentant la structure rhétorique et le texte généré en français ou en anglais, au choix. Le dendrogramme est étiqueté des relations rhétoriques entre les noyaux de chaque paire de sous-arbres. Le noyau d'un sous-arbre est son éventualité feuille ayant la plus grande importance. (Dans le cas où elles ont la même importance, on tient compte de la relation temporelle et des relations rhétoriques entre elles.) Cela correspond au critère de compositionnalité de Marcu (1997b, pp. 27–32), qui dit que si une relation rhétorique unit deux segments de texte, cette même relation vaut également entre les parties les plus importantes de ces deux segments. Dans notre cas, en plus de ces relations de noyau à noyau, les autres relations rhétoriques sont conservées et utilisées au besoin (voir la section 6.3). Elles ne sont toutefois pas indiquées dans le dendrogramme, pour des raisons de clarté.

6.2 Résultats

Les résultats sont présentés dans les annexes 4, 5 et 6. On trouve dans l'annexe 4 les structures rhétoriques sous forme de dendrogrammes. L'annexe 5 contient les textes générés en français et l'annexe 6, ceux générés en anglais.

Chacune de ces annexes rapporte les résultats avec un « seul épisode » et « deux épisodes ». Le premier cas fait référence aux résultats obtenus avec les données de la Figure 2 seulement. Pour ajouter un peu de complexité, j'ai également testé le programme avec une version étendue des données présentée à l'Annexe 1. Ce deuxième fichier de données reprend le premier et y ajoute un deuxième épisode. La notion d'épisode en tant qu'unité

narrative est définie par Trabasso & Nickels (1992) comme une suite but-action-résultat. À cela s'ajoutent les événements, contextes et réactions directement reliés. Toutefois, dans l'épisode ajouté ici, le résultat des actions est manquant, ce qui peut arriver en pratique dans un système de génération de rapport médical.

Les textes générés ont pour but d'illustrer la façon dont les structures rhétoriques construites peuvent être réalisées. Par exemple, dans le texte généré de la nouvelle à un seul épisode, le sous-arbre ci-dessous (Figure 7) est réalisé par le texte de la Figure 8. Dans cette dernière, les expressions en gras marquent les relations rhétoriques « cause volitionnelle » et « conjonction » qui sont étiquetées dans l'arbre. Seulement les relations de noyau à noyau sont étiquetées. La distance indiquée par l'échelle du dendrogramme a servi à déterminer que les éventualités de ce sous-arbre devaient figurer dans la même phrase. Dans la Figure 8, la structure est représentée en plaçant chaque sous-arbre entre crochets.

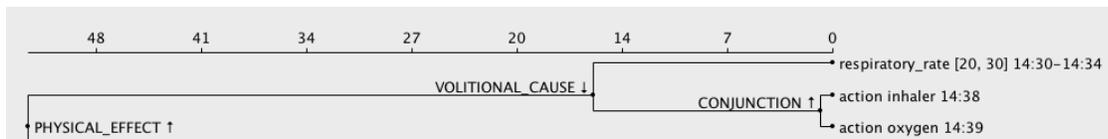


Figure 7 Extrait de la structure rhétorique du compte-rendu avec un seul épisode

Après que [le rythme respiratoire soit monté de 20 à 30 respirations par minute] [[les secouristes ont incité le patient à utiliser son inhalateur] **et** [ont appliqué au patient un masque à oxygène.]]

Figure 8 Extrait du texte généré pour le compte-rendu avec un seul épisode

On peut remarquer que le marqueur utilisé pour la relation de cause volitionnelle est en réalité un marqueur temporel. Ce dernier ne traduit qu'une partie du sens de la relation causale, c'est-à-dire le fait que la cause précède l'effet. Cela a pour effet de suggérer une possible relation causale plutôt que de l'affirmer explicitement. Cette stratégie peut être appropriée dans certains textes narratifs.

6.3 Apprentissages

Avant tout, cette expérience a permis de montrer que structurer et réaliser des textes cohérents de divers genres littéraires avec la méthode proposée est bel et bien faisable. De plus, cette expérience a permis de faire plusieurs autres apprentissages.

Premièrement, pour pouvoir spécifier les préférences d'agrégation et d'ordonnement avec suffisamment de précision, il faut différencier les relations causales selon le type de leur noyau et de leur satellite (but, action, évaluation, évènement). Il a été nécessaire de différencier 13 relations pour traiter l'exemple utilisé dans cette expérience, mais en général on pourrait avoir besoin de différencier les 16 relations possibles.

Dans le cadre de cette expérience, je n'ai pas eu besoin d'introduire de relations temporelles dans la structure rhétorique. Les marqueurs de relations temporelles apparaissant dans le texte sont simplement la réalisation choisie pour exprimer une relation rhétorique. Cette dernière, même si sa composante principale n'est pas temporelle, peut impliquer une relation temporelle. Par exemple, une relation de causalité implique que l'effet survient après sa cause. Un autre aspect est qu'on peut calculer à volonté une relation temporelle en comparant les moments auxquels se produisent deux d'éventualités, au moment de les combiner pendant la microplanification. Toutes les relations temporelles possibles n'ont pas à être calculées à l'avance.

Il n'est pas encore clair s'il faut continuer à appeler les 16 types de relation causale des relations rhétoriques. En effet, on ne peut pas toutes les faire correspondre à des relations rhétoriques déjà décrites, comme celles de la RST (Mann & Thompson, 1988). De plus, comme mentionné un peu plus haut, ces relations peuvent être réalisées dans le texte simplement par un marqueur temporel. Il serait donc peut-être préférable de les appeler des relations logico-sémantiques et de parler de correspondances entre relations logico-sémantiques et relations rhétoriques, à la manière de Bouayad-Agha et al. (2012).

Deuxièmement, on doit aussi considérer les relations rhétoriques issues indirectement du réseau de causalité, comme le contraste, ainsi que la conjonction, que j'ai ajoutée en cours d'expérimentation. J'ai défini la conjonction comme la relation qui tient entre deux éventualités qui sont dans une même relation avec une éventualité tierce. Par exemple, dans la Figure 1, on peut voir que les actions A1 et A2 sont dans la même relation avec le but B1; ils sont donc considérés en conjonction. La conjonction aide à structurer le texte en réunissant deux éventualités qui ont beaucoup en commun. Comme le contraste, c'est en principe une relation multi-nucléaire (Mann & Taboada, 2005).

Troisièmement, on peut utiliser le type de lien entre clusters, en plus de la nature de l'éventualité, pour choisir la réalisation de l'élément satellite. Dans cette expérience, la réalisation de la réaction varie selon la structure rhétorique. Si cette dernière la relie directement à un but, la réalisation de la réaction prend la forme d'une proposition informant si la tentative a fonctionné ou pas. Si la réaction est directement reliée dans l'arbre à un autre type d'éventualité, la réalisation prend plutôt la forme d'un adverbe (*heureusement* ou *malheureusement*).

Quatrièmement, dans un texte suffisamment complexe, il peut ne pas y avoir de relation rhétorique de noyau à noyau entre deux clusters. Si d'autres relations existent entre ceux-ci, il peut être nécessaire de les expliciter pour éviter des erreurs d'interprétation de la part du lecteur. Cela arrive en particulier lorsque le même type de relation est aussi possible entre les deux noyaux, comme dans la nouvelle incluant un deuxième épisode. Dans ce cas, les réactions sont rattachées à un sous-but, mais comme elles sont placées dans une phrase séparée, il y a risque d'interpréter qu'elles sont rattachées au but principal. Un complément circonstanciel précisant ce sur quoi porte la réaction est utilisé pour éviter cela (en gras dans la figure ci-dessous).

Les secouristes ont tenté de soigner le patient et pour cela les secouristes ont tenté de faire en sorte que le rythme respiratoire soit normal et ont tenté de faire en sorte que le patient soit conscient. **Pour le rythme respiratoire** cela a d'abord fonctionné modérément, mais finalement, cela n'a pas fonctionné.

Figure 9 Extrait du texte généré pour la nouvelle avec deux épisodes

C'est un exemple de manipulation de structure rhétorique ne correspondant pas à un arbre (voir la Figure 15, page 47). Comme l'arbre est construit par clustering, il peut l'être en l'absence de relations rhétoriques de noyau à noyau, voir même sans aucune relation rhétorique entre une paire de clusters. Dans ce dernier cas, seulement les préférences temporelles s'appliquent. L'algorithme de structuration proposé est donc très robuste, à condition qu'on tienne compte des cas limites à l'étape de la microplanification.

Sixièmement, je retiens de cette expérience que la génération bilingue peut être aisée avec un outil tel que SimpleNLG-EnFr. Cela ne m'a pris environ qu'une heure pour traduire et

adapter du français vers l'anglais les spécifications contenues dans le module de microplanification. Suite à ce travail, il suffit de changer la valeur de la variable langage pour passer d'une langue à l'autre. Dans ce cas-ci, l'étape de planification de document est la même pour les deux langues, mais rien n'empêche de spécifier un genre littéraire différent, ou une autre différence dans la perspective du narrateur, pour la génération dans chaque langue, afin de refléter les différences culturelles.

7 Aperçu du déroulement de la recherche

Cette section, qui a pour but de donner un survol du déroulement de mes recherches sur le présent sujet de thèse, comprend quatre parties. La première présente une chronologie des principaux accomplissements académiques pertinents; les publications correspondantes peuvent par ailleurs être trouvées à la section 8, qui liste mes publications personnelles. La deuxième partie donne un échéancier pour la poursuite de mon doctorat. La troisième présente brièvement le projet d'application expérimentale de génération de textes narratifs qui servira de base à mes recherches. Enfin, une discussion sur les méthodes d'évaluation en génération de textes constitue la troisième partie.

7.1 Chronologie

- 2011
 - Mai à août
 - Premier stage au RALI, financé par une Bourse de recherche premier cycle (BRPC) du CRSNG. SimpleNLG-EnFr, une adaptation de SimpleNLG pour la génération bilingue anglais/français.
 - 28 Septembre
 - Présentation informelle de SimpleNLG-EnFr au *SimpleNLG user group meeting* du *European workshop on natural language generation (ENLG)*.
- 2012
 - Mai à juillet
 - Deuxième stage au RALI, financé de nouveau par une BRPC du CRSNG. Continuation du travail sur SimpleNLG-EnFr.
 - Juillet à août
 - Assistanat de recherche à l'université d'Aberdeen. Amélioration de la génération de rapports dans le cadre du projet *Managing information in medical emergencies (MIME)*.
- 2013
 - Avril à juillet
 - Stage chez North Side Inc. Génération de descriptions de scène en trois dimensions dans le jeu Bot Colony.
 - 9 août
 - Présentation à ENLG 2013 d'un poster sur SimpleNLG-EnFr et d'un autre sur le projet MIME.
 - Septembre
 - Inscription au doctorat en informatique, financé pour trois ans par une bourse de recherche du FRQNT
 - Exemption des cours IFT2015 et IFT2125

- Septembre à décembre
 - Revue de la littérature
- Décembre
 - Passation de l'examen pré-doctoral de spécialité en traitement automatique de la langue
- 2014
 - Janvier à avril
 - Cours IFT6266 Algorithmes d'apprentissage
 - Cours IFT6255 Recherche d'information
 - Mai à septembre
 - Préparation de la présentation du sujet de thèse
 - Juillet à août
 - Première expérimentation sur la structuration de textes narratifs

7.2 Échéancier

- 2014
 - Septembre
 - Présentation du sujet de thèse
 - Automne
 - Premier article suite à l'expérimentation menée à l'été 2014
 - Démarrage d'un projet d'application de génération de textes narratifs dans le but de tester mes hypothèses de recherche
- 2015
 - Poursuite de la recherche dans le cadre de l'application
 - Évaluation du système de génération de textes narratifs
 - Publications des découvertes suite à la recherche sur l'application
- 2016
 - Hiver
 - Rédaction de la thèse
 - Été
 - Dépôt et soutenance de la thèse

7.3 Projet d'application expérimentale de génération de textes narratifs

Dans le but de tester les hypothèses de recherche exposées dans ce document, je prévois développer une application expérimentale de génération de textes narratifs. Cette application se situera bien entendu dans le cadre d'un domaine d'application spécifique. Pour planifier ce projet, je compte utiliser les contacts que j'ai déjà établis dans le monde académique (stage à l'université d'Aberdeen; ENLG 2011 et 2013) et l'industrie (stage et soirée des entrepreneurs de l'ADDIROUM).

7.4 Évaluation du système de génération de textes narratifs

Ultimement, c'est l'acceptation par la communauté des utilisateurs qui permet de juger du succès d'un système de génération de texte, mais des méthodes d'évaluation plus pratiques existent (Gatt, 2012; Reiter & Dale, 2000, pp. 37–38). En considérant le système en entier comme une boîte noire, on peut évaluer directement la qualité du texte généré (évaluation intrinsèque) ou indirectement par la performance à une tâche qui demande l'utilisation du texte généré (évaluation extrinsèque). L'évaluation intrinsèque est généralement effectuée par des experts humains qui jugeront les textes selon certains critères comme le contenu, l'organisation, la précision, l'exactitude, etc. (voir par exemple : McKinlay et al., 2009). L'évaluation extrinsèque est plus coûteuse, car elle demande d'employer des sujets humains pour exécuter une tâche semblable à celle prévue pour l'utilisation du texte généré (voir par exemple : Portet et al., 2009). Dans les deux types d'évaluation, les textes générés sont comparés à des textes écrits par des humains. Dans certains cas, on peut isoler la contribution d'une composante isolée du système, comme dans le cas de la génération d'expressions référentielles ou dans celui de la réalisation de surface. Une évaluation intrinsèque automatisée est alors envisageable.

Toutefois, dans le cadre de la génération de textes narratifs, la sortie des composantes les plus importantes, comme la structuration du document, est difficile à évaluer en isolation. En effet, la cohérence du récit sera influencée par des décisions à toutes les étapes de la génération, de la détermination du contenu à la réalisation de surface. Il faudra donc évaluer la sortie du système en entier. Pour l'instant, il est trop tôt pour dire si une évaluation extrinsèque sera nécessaire et faisable ou si une évaluation intrinsèque sera plus appropriée.

8 Publications personnelles

- Vaudry, P.-L.**, & Lapalme, G. (2013). Adapting SimpleNLG for bilingual English-French realisation. In *14th European Conference on Natural Language Generation* (pp. 183-187). Sofia, Bulgaria, 8-9 août 2013: Association for Computational Linguistics.
- Schneider, A. H., Mort, A., Mellish, C., Reiter, E., Wilson, P., & **Vaudry, P.-L.** (2013a). MIME-NLG in Pre-Hospital Care. In *Proceedings of the 14th European Workshop on Natural Language Generation* (pp. 152-156). Sofia, Bulgaria, 8-9 août 2013: Association for Computational Linguistics.
- Schneider, A. H., Mort, A., Mellish, C., Reiter, E., Wilson, P., & **Vaudry, P.-L.** (2013b). MIME-NLG Support for Complex and Unstable Pre-hospital Emergencies. In *Proceedings of the 14th European Workshop on Natural Language Generation* (pp. 198-199). Sofia, Bulgaria, 8-9 août 2013: Association for Computational Linguistics.
- Vaudry, P.-L.** (12 juillet 2013). New Scene Description Feature Coming Soon! *Bot Colony*. Récupéré de <http://www.botcolony.com/forum/showthread.php?tid=25>
- Vaudry, P.-L.** (28 septembre 2011). *SimpleNLG-EnFr - Adding French to SimpleNLG*. Informal presentation, SimpleNLG User Group meeting, 13th European Conference on Natural Language Generation, Nancy, France. Récupéré de <http://www-etud.iro.umontreal.ca/~vaudrypl/snlgbil/ENLGpresentation.pdf>
- Vaudry, P.-L.** (2007). *Les expressions démonstratives en tant que marqueurs de la cohésion textuelle en vue de l'analyse automatique de textes* (mémoire de maîtrise non publié). Université de Montréal, Montréal, Canada.

9 Références

- Althaus, E., Karamanis, N., & Koller, A. (2004). Computing locally coherent discourses. In *Proceedings of the 42nd Annual Meeting on Association for Computational Linguistics* (p. 399). Association for Computational Linguistics. Retrieved from <http://oldsite.aclweb.org/anthology-new/P/P04/P04-1051.pdf>
- Bach, E. (1986). The algebra of events. *Linguistics and Philosophy*, 9(1), 5–16.
- Bot Colony. (2013). *Bot Colony - Scene Description Tech Demo*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=29dB3QGKY9g>
- Bouayad-Agha, N., Casamayor, G., Mille, S., & Wanner, L. (2012). Perspective-oriented Generation of Football Match Summaries: Old Tasks, New Challenges. *ACM Trans. Speech Lang. Process.*, 9(2), 3:1–3:31. doi:10.1145/2287710.2287711
- Centre de ressources en éducation aux médias. (2014, Juin). Lexique des langages médiatiques. Retrieved June 18, 2014, from <http://www.reseau-crem.qc.ca/projet/rad6.htm>
- Dagan, I., Roth, D., & Sammons, M. (2013). *Recognizing Textual Entailment: Models and Applications*. Morgan & Claypool Publishers.
- Fletcher, C. R., & Bloom, C. P. (1988). Causal Reasoning in the Comprehension of Simple Narrative Texts. *Journal of Memory and Language*, 27(3). Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1297339645/citation?accountid=12543>
- Flower, L., & Hayes, J. R. (1981). A Cognitive Process Theory of Writing. *College Composition and Communication*, 32(4), 365–387. doi:10.2307/356600
- Gatt, A. (2012). *NLG Evaluation - Problems and methods*. Presented at the HIT-MSRA Summer School on Human Language Technology, Harbin (Heilongjiang), China.
- Gatt, A., & Reiter, E. (2009). SimpleNLG: A realisation engine for practical applications. In *Proceedings of the 12th European Workshop on Natural Language Generation* (pp. 90–93). Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1610208>
- Goldberg, E., Driedger, N., & Kittredge, R. I. (1994). Using natural-language processing to produce weather forecasts. *IEEE Expert*, 9(2), 45–53. doi:10.1109/64.294135
- Halliday, M. A. (1985). *An introduction to functional grammar*. London: Edward Arnold.

- Hovy, E. H. (1990). Pragmatics and Natural Language Generation. *Artificial Intelligence*, 43(2), 153–197. doi:10.1016/0004-3702(90)90084-D
- Hovy, E. H. (1993). Automated Discourse Generation Using Discourse Structure Relations. *Artif. Intell.*, 63(1-2), 341–385. doi:10.1016/0004-3702(93)90021-3
- Hunter, J., Freer, Y., Gatt, A., Reiter, E., Sripada, S., & Sykes, C. (2012). Automatic generation of natural language nursing shift summaries in neonatal intensive care: BT-Nurse. *Artificial Intelligence in Medicine*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0933365712001170>
- Lavoie, B., & Rambow, O. (1997). A fast and portable realizer for text generation systems. In *Proceedings of the fifth conference on Applied natural language processing* (pp. 265–268). Washington: Association for Computational Linguistics. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=974596>
- Law, A. S., Freer, Y., Hunter, J., Logie, R. H., McIntosh, N., & Quinn, J. (2005). A comparison of graphical and textual presentations of time series data to support medical decision making in the neonatal intensive care unit. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 19(3), 183–194. doi:10.1007/s10877-005-0879-3
- Mann, W. C., & Taboada, M. (2005, 2014). Rhetorical Structure Theory : Relation definitions. Retrieved August 26, 2014, from <http://www.sfu.ca/rst/01intro/definitions.html>
- Mann, W. C., & Thompson, S. A. (1988). Rhetorical structure theory: Toward a functional theory of text organization. *Text*, 8(3), 243–281.
- Marcu, D. (1997a). From Local to Global Coherence: A Bottom-up Approach to Text Planning. In *Proceedings of the Fourteenth National Conference on Artificial Intelligence and Ninth Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence* (pp. 629–635). Providence, Rhode Island: AAAI Press. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1867406.1867504>
- Marcu, D. (1997b). *The Rhetorical Parsing, Summarization, and Generation of Natural Language Texts*. University of Toronto. Retrieved from ftp://ftp.white.toronto.edu/public_html/public_html/cs/ftp/pub/gh/Marcu-PhDthesis.pdf
- McKinlay, A., McVittie, C., Reiter, E., Freer, Y., Sykes, C., & Logie, R. (2009). Design Issues for Socially Intelligent User Interfaces: A Discourse Analysis of a Data-to-text System for

- Summarizing Clinical Data. *Methods of Information in Medicine*, 49(4), 379–387.
doi:10.3414/ME0613
- Mel'čuk, I. A. (1981). Meaning-Text Models: A Recent Trend in Soviet Linguistics. *Annual Review of Anthropology*, 10, 27–62.
- Mellish, C., Knott, A., Oberlander, J., & O'Donnell, M. (1998). Experiments using stochastic search for text planning. In *Proceedings of International Conference on Natural Language Generation* (pp. 97–108). Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?rep=rep1&type=pdf&doi=10.1.1.14.3990>
- Ponnamperuma, K., Siddharthan, A., Zeng, C., Mellish, C., & van der Wal, R. (2013). Tag2Blog: Narrative Generation from Satellite Tag Data. In *Proceedings of the 51st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics: System Demonstrations* (pp. 169–174). Sofia, Bulgaria: Association for Computational Linguistics. Retrieved from <http://homepages.abdn.ac.uk/advaith/pages/acl2013.pdf>
- Portet, F., Reiter, E., Gatt, A., Hunter, J., Sripada, S., Freer, Y., & Sykes, C. (2009). Automatic generation of textual summaries from neonatal intensive care data. *Artificial Intelligence*, 173(7), 789–816.
- Prince, G. (1987). *A dictionary of narratology*. United States of America: University of Nebraska Press.
- Reiter, E., & Dale, R. (2000). *Building Natural Language Generation Systems*. Cambridge University Press.
- Schneider, A. H., Mort, A., Mellish, C., Reiter, E., Wilson, P., & Vaudry, P.-L. (2013a). MIME-NLG in Pre-Hospital Care. In *Proceedings of the 14th European Workshop on Natural Language Generation* (pp. 152–156). Sofia, Bulgaria: Association for Computational Linguistics. Retrieved from <https://www.aclweb.org/anthology/W/W13/W13-2119.pdf>
- Schneider, A. H., Mort, A., Mellish, C., Reiter, E., Wilson, P., & Vaudry, P.-L. (2013b). MIME-NLG Support for Complex and Unstable Pre-hospital Emergencies. In *Proceedings of the 14th European Workshop on Natural Language Generation* (pp. 198–199). Sofia, Bulgaria: Association for Computational Linguistics. Retrieved from <http://oldsite.aclweb.org/anthology-new/W/W13/W13-2128.pdf>

- Slabbers, N. (2006). *Narration for virtual storytelling*. University of Twente. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.392.5886&rep=rep1&type=pdf>
- Swartjes, I. M. T. (2006, March). *The plot thickens: bringing structure and meaning into automated story generation*. University of Twente. Retrieved from <http://eprints.eemcs.utwente.nl/10736>
- Theune, M., Slabbers, N., & Hielkema, F. (2007). The automatic generation of narratives. In P. Dirix, I. Schuurman, V. Vandeghinste, & F. van Eynde (Eds.), (pp. 131–146). Presented at the Proceedings of the 17th Meeting of Computational Linguistics in the Netherlands (CLIN17), Utrecht: LOT. Retrieved from <http://doc.utwente.nl/62092/>
- Trabasso, T., & Nickels, M. (1992). The development of goal plans of action in the narration of a picture story. *Discourse Processes*, 15(3), 249–275.
doi:10.1080/01638539209544812
- Trabasso, T., & van Den Broek, P. (1985). Causal Thinking and the Representation of Narrative Events. *Journal of Memory and Language*, 24(5), 612.
- Turner, R., Sripada, S., Reiter, E., & Davy, I. P. (2008). Selecting the Content of Textual Descriptions of Geographically Located Events in Spatio-Temporal Weather Data. In R. E. Bs. MSc, T. A. B. MSc, & M. P. D., MBA,, MBCS AMBA (Eds.), *Applications and Innovations in Intelligent Systems XV* (pp. 75–88). Springer London. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-84800-086-5_6
- Vaudry, P.-L. (2011, September 28). *SimpleNLG-EnFr - Adding French to SimpleNLG*. Informal presentation, SimpleNLG User Group meeting, Nancy, France. Retrieved from <http://www-etud.iro.umontreal.ca/~vaudrypl/snlgbil/ENLGPresentation.pdf>
- Vaudry, P.-L. (2013, July 12). New Scene Description Feature Coming Soon! *Bot Colony*. Retrieved from <http://www.botcolony.com/forum/showthread.php?tid=25>
- Vaudry, P.-L., & Lapalme, G. (2013). Adapting SimpleNLG for bilingual English-French realisation. In *14th European Conference on Natural Language Generation, Sofia, Bulgaria, Aug. This volume*. Retrieved from <http://www-rali.iro.umontreal.ca/rali/sites/default/files/publis/W13-2125.pdf>

Wanner, L., Bohnet, B., Bouayad-Agha, N., Lareau, F., & Nicklaß, D. (2010). Marquis: Generation of User-Tailored Multilingual Air Quality Bulletins. *Applied Artificial Intelligence*, 24(10), 914–952. doi:10.1080/08839514.2010.529258

Yu, J., Reiter, E., Hunter, J., & Mellish, C. (2007). Choosing the content of textual summaries of large time-series data sets. *Natural Language Engineering*, 13(1), 25–49. doi:10.1017/S1351324905004031

Annexe 1. Données en entrée pour l'expérimentation

Le programme décrit à la section 6 prend en entrée un fichier de donnée spécifiant les éventualités et les relations causales. Deux fichiers ont été utilisés. Le contenu du premier est identique à celui de la Figure 2 (page 10). Le deuxième fichier comprend le contenu du premier, plus l'ajout d'un deuxième épisode. Le contenu de ce deuxième fichier est présenté ci-dessous. Le prédicat *link* dénote un lien de cause à effet (dans l'ordre) entre deux éventualités, dénotées par un identifiant. Les autres prédicats dénotent une éventualité et leurs arguments sont, dans l'ordre : l'identifiant, l'importance, (un nombre plus grand signifie une plus grande importance), le temps de début, le temps de fin et la valeur.

```
# Les prédicats dénotant des éventualités ont la forme suivante :
# type_d'éventualité(identifiant, importance, heure_de_début, heure_de_fin, valeur)
# importance : nombre entier; un nombre plus élevé indique une plus grande importance

# But principal
# "Les secouristes ont eu pour but que le patient soit en bonne santé de 14h28 à
15h00."
goal( Bp, 7, 14:28, 15:00,
      health(BEp, 3, 14:28, 15:00, normal) )

# Premier épisode
include("src/exemplePresentationSujet/docContent1Episode.txt")

# Ajout de la relation entre le but principal et le sous-but du premier épisode
link(Bp,B1) # "Le but principal a causé le sous-but 1."

# Deuxième épisode

# Sous-but du deuxième épisode
goal( B2, 6, 14:52, 15:00,
      consciousness(B2e, 3, 14:52, 15:00, conscious) )

# Niveau de conscience
# Valeur : unconscious | semiconscious | conscious
# "Le patient était entre la conscience et l'inconscience de 14h52 à 15h00."
consciousness(Et3, 3, 14:52, 15:00, semiconscious)

# Actions
# move : Les secouristes déplacent le patient.
action(A3, 4, 14:53, 14:53, move)
action(A4, 4, 14:57, 14:57, move)

# Relations causales du deuxième épisode
link(Bp,B2)
link(B2,A3)
link(B2,A4)
link(Et3,B2)
```

Figure 10 Fichier d'entrée avec deux épisodes

Annexe 2. Relations rhétoriques

Voici les relations rhétoriques utilisées dans l'expérience décrite à la section 6.

Tableau 1 Relations rhétoriques dérivées directement du réseau de causalité

Relation	Satellite	Direction de la causalité	Noyau
Cause volitionnelle	Éventualité physique	→	Action
Effet volitionnel	Action	←	Éventualité physique
Cause physique	Éventualité physique	→	Éventualité physique (pas une action)
Effet physique	Éventualité physique (pas une action)	←	Éventualité physique
Évaluation	Réaction	←	Éventualité (pas un but)
But	But	→	Action ou but
Circonstance	But	→	Réaction
Évaluation de but	Réaction	←	But
Cause psychologique	Éventualité (pas un but)	→	But
Effet psychologique	Éventualité mentale	←	Éventualité (pas un but)
Sous-but	But	←	But

Contraste et conjonction : telles que définies à la section 4.1.2.

Annexe 3. Préférences d'agrégation et d'ordonnement

Voici les préférences d'agrégation et d'ordonnement utilisées dans l'expérience décrite à la section 6. Les relations rhétoriques utilisées sont présentées à l'annexe 2.

Tableau 2 Préférences d'agrégation

Relation	Compte-rendu	Nouvelle	Conte
Cause volitionnelle	Même phrase	Même phrase	<i>Même paragraphe</i>
Effet volitionnel	Même phrase	Même phrase	<i>Même paragraphe</i>
Cause physique	Même paragraphe	Même paragraphe	Même paragraphe
Effet physique	Même paragraphe	Même paragraphe	Même paragraphe
Évaluation	N/A	Autre paragraphe	<i>Immédiatement adjacent</i>
But	N/A	Même paragraphe	Même paragraphe
Circonstance	N/A	Même phrase	<i>Autre paragraphe</i>
Évaluation de but	N/A	Même phrase	<i>Autre paragraphe</i>
Cause psychologique	N/A	Autre paragraphe	<i>Immédiatement adjacent</i>
Effet psychologique	N/A	Autre paragraphe	Même paragraphe
Sous-but	N/A	Même paragraphe	Même paragraphe
Contraste	Même phrase	Même phrase	<i>Même paragraphe</i>
Conjonction	Immédiatement adjacent	Immédiatement adjacent	Immédiatement adjacent

N/A : Relations mettant en jeu des éventualités mentales et donc n'appliquant pas au compte-rendu, qui omet celles-ci.

Italique : Différences entre le conte et la nouvelle.

Valeurs de distance : immédiatement adjacent : 0/100; même phrase : 10/100, même paragraphe : 50/100; autre paragraphe : 100/100

Tableau 3 Préférences d'ordonnement

Relations	Compte-rendu	Nouvelle	Conte
Relations rhétoriques	Pas de préférence	Noyau en premier	Pas de préférence
Relations temporelles	Ordre chronologique	Ordre chronologique	Ordre chronologique

Annexe 4. Résultats : structures rhétoriques

Dans les dendrogrammes ci-dessous, l'échelle numérotée indique la distance à laquelle deux clusters ont été réunis. Celle-ci varie de 0 à 100. En dessous de 66, les éventualités sont placées dans le même paragraphe et en dessous de 33, elles sont placées dans la même phrase. Les feuilles de l'arbre sont ordonnées selon leur ordre dans le texte généré. Chaque cluster est étiqueté des relations rhétoriques entre les noyaux de ses clusters fils.

Un seul épisode

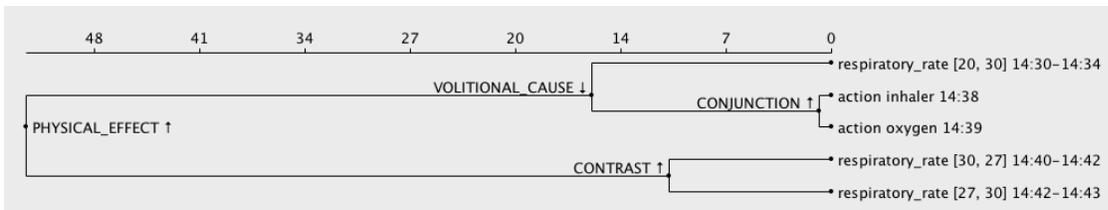


Figure 11 Structure rhétorique pour le compte-rendu avec un seul épisode

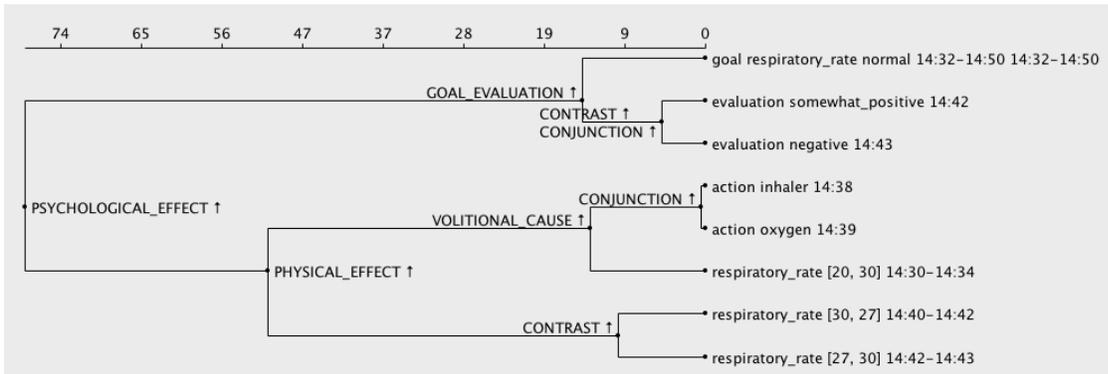


Figure 12 Structure rhétorique pour la nouvelle avec un seul épisode

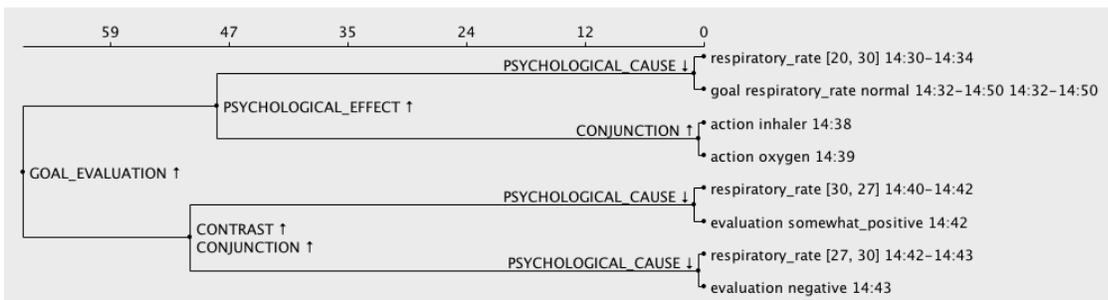


Figure 13 Structure rhétorique pour le conte avec un seul épisode

Deux épisodes

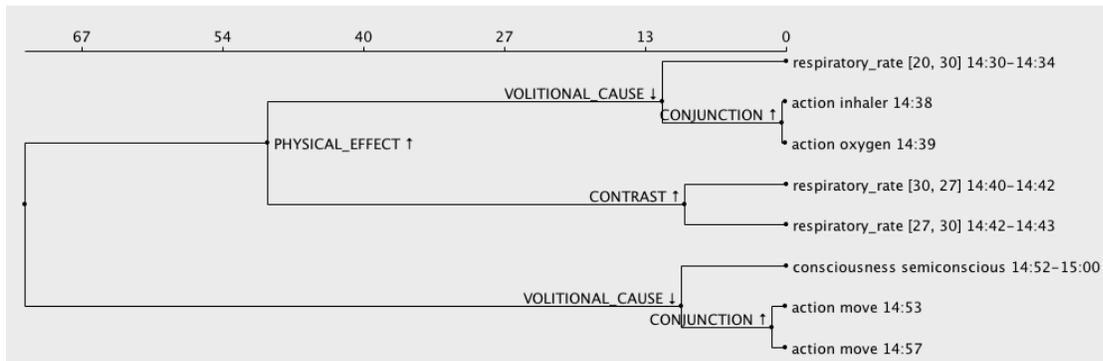


Figure 14 Structure rhétorique pour le compte-rendu avec deux épisodes

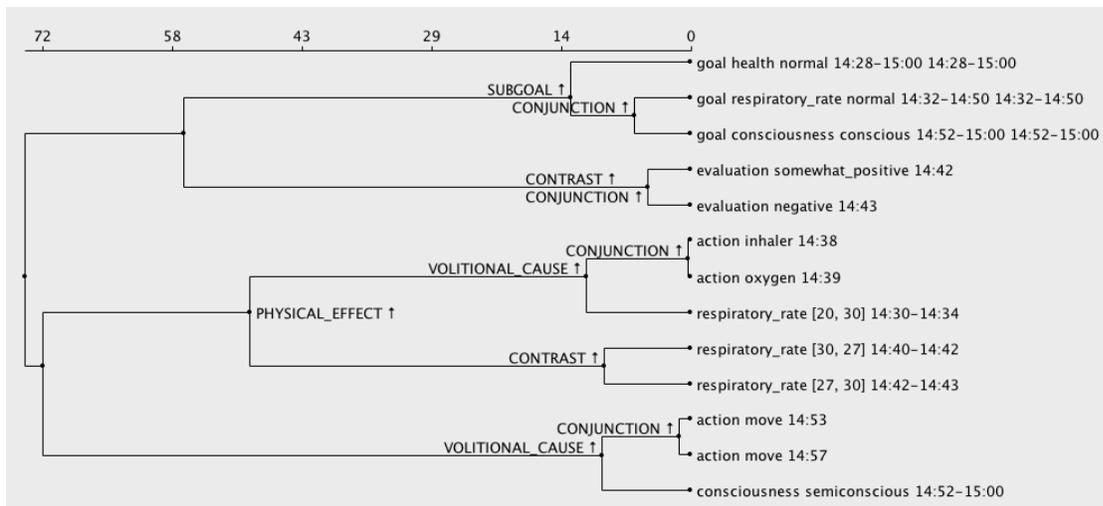


Figure 15 Structure rhétorique pour la nouvelle avec deux épisodes

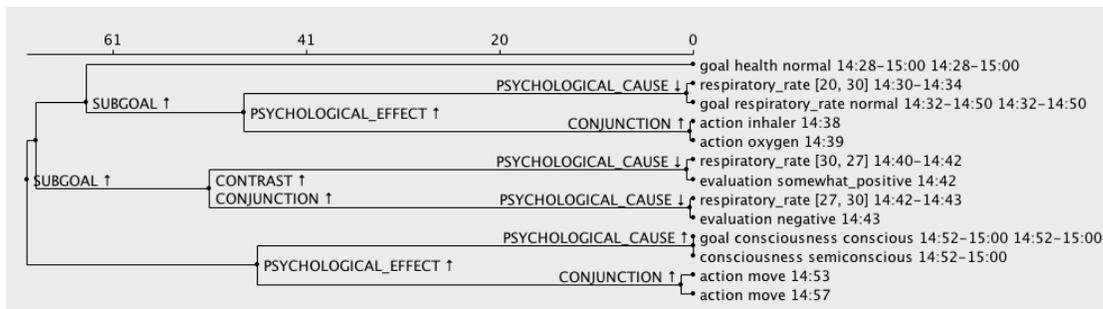


Figure 16 Structure rhétorique pour le conte avec deux épisodes

Annexe 5. Résultats : textes générés en français

Un seul épisode

Compte-rendu

Après que le rythme respiratoire soit monté de 20 à 30 respirations par minute les secouristes ont incité le patient à utiliser son inhalateur et ont appliqué au patient un masque à oxygène. Puis, le rythme respiratoire est d'abord descendu à 27, mais finalement, il est remonté à 30.

Nouvelle

Les secouristes ont tenté de faire en sorte que le rythme respiratoire soit normal et cela a d'abord fonctionné modérément, mais finalement, cela n'a pas fonctionné.

Les secouristes ont incité le patient à utiliser son inhalateur et ont appliqué au patient un masque à oxygène après que le rythme respiratoire soit monté de 20 à 30 respirations par minute. Conséquemment, le rythme respiratoire est d'abord descendu à 27, mais finalement, il est remonté à 30.

Conte

Parce que le rythme respiratoire montait de 20 à 30 respirations par minute, les secouristes ont tenté de faire en sorte que le rythme respiratoire soit normal. À cette fin les secouristes ont incité le patient à utiliser son inhalateur et ont appliqué au patient un masque à oxygène.

Le rythme respiratoire est heureusement descendu à 27. Toutefois, ensuite, le rythme respiratoire est malheureusement monté à 30.

Deux épisodes

Compte-rendu

Après que le rythme respiratoire soit monté de 20 à 30 respirations par minute les secouristes ont incité le patient à utiliser son inhalateur et ont appliqué au patient un masque à oxygène. Puis, le rythme respiratoire est d'abord descendu à 27, mais finalement, il est remonté à 30.

Après que le patient ait été sur le point de s'évanouir, les secouristes ont déplacé le patient à deux reprises.

Nouvelle

Les secouristes ont tenté de soigner le patient et pour cela les secouristes ont tenté de faire en sorte que le rythme respiratoire soit normal et ont tenté de faire en sorte que le patient soit conscient. Pour le rythme respiratoire cela a d'abord fonctionné modérément, mais finalement, cela n'a pas fonctionné.

Les secouristes ont incité le patient à utiliser son inhalateur et ont appliqué au patient un masque à oxygène après que le rythme respiratoire soit monté de 20 à 30 respirations par minute. Conséquemment, le rythme respiratoire est d'abord descendu à 27, mais finalement, il est remonté à 30.

Les secouristes ont déplacé le patient à deux reprises après que le patient ait été sur le point de s'évanouir.

Conte

Les secouristes ont tenté de soigner le patient.

Parce que le rythme respiratoire montait de 20 à 30 respirations par minute, les secouristes ont tenté de faire en sorte que le rythme respiratoire soit normal. À cette fin les secouristes ont incité le patient à utiliser son inhalateur et ont appliqué au patient un masque à oxygène.

Le rythme respiratoire est heureusement descendu à 27. Toutefois, ensuite, le rythme respiratoire est malheureusement monté à 30.

Les secouristes ont tenté de faire en sorte que le patient soit conscient parce que le patient était sur le point de s'évanouir. À cette fin, les secouristes ont déplacé le patient à deux reprises.

Annexe 6. Résultats : textes générés en anglais

Un seul épisode

Compte-rendu

After the respiratory rate had increased from 20 to 30 respirations per minute the first responders incited the patient to use his inhaler and applied to the patient an oxygen mask. Then, the respiratory rate first decreased to 27 but finally it increased back to 30.

Nouvelle

The first responders tried to ensure that the respiratory rate was normal and it first worked moderately but finally it did not work.

The first responders incited the patient to use his inhaler and applied to the patient an oxygen mask after the respiratory rate had increased from 20 to 30 respirations per minute. Consequently, the respiratory rate first decreased to 27 but finally it increased back to 30.

Conte

Because the respiratory rate was increasing from 20 to 30 respirations per minute the first responders tried to ensure that the respiratory rate was normal. To this end the first responders incited the patient to use his inhaler and applied to the patient an oxygen mask.

The respiratory rate fortunately decreased to 27. However, then the respiratory rate unfortunately increased to 30.

Deux épisodes

Compte-rendu

After the respiratory rate had increased from 20 to 30 respirations per minute the first responders incited the patient to use his inhaler and applied to the patient an oxygen mask. Then, the respiratory rate first decreased to 27 but finally it increased back to 30.

After the patient had been feeling faint the first responders moved the patient on two occasions.

Nouvelle

The first responders tried to heal the patient and for that the first responders tried to ensure that the respiratory rate was normal and tried to ensure that the patient was conscious. For the respiratory rate it first worked moderately but finally it did not work.

The first responders incited the patient to use his inhaler and applied to the patient an oxygen mask after the respiratory rate had increased from 20 to 30 respirations per minute. Consequently, the respiratory rate first decreased to 27 but finally it increased back to 30.

The first responders moved the patient on two occasions after the patient had been feeling faint.

Conte

The first responders tried to heal the patient.

Because the respiratory rate was increasing from 20 to 30 respirations per minute the first responders tried to ensure that the respiratory rate was normal. To this end the first responders incited the patient to use his inhaler and applied to the patient an oxygen mask.

The respiratory rate fortunately decreased to 27. However, then the respiratory rate unfortunately increased to 30.

The first responders tried to ensure that the patient was conscious because the patient was feeling faint. To this end the first responders moved the patient on two occasions.