

Rétro-ingénierie orientée par les usages de systèmes conversationnels : un cadre applicatif combinant pédagogie active et jeu sérieux

Corentin Ascone¹, Frédéric Vanderhaegen^{1,2}

corentin.ascone@uphf.fr, frederic.vanderhaegen@uphf.fr

¹ Univ. Polytechnique Hauts-de-France, LAMIH, CNRS UMR 8201, 59313 Valenciennes Cedex 9, France

² INSA Haut-de-France, Le Mont Houy, 59313 Valenciennes Cedex 9, France

RESUME : L'article présente un cadre applicatif basé sur les principes de pédagogie active et du jeu sérieux pour évaluer des systèmes conversationnels de type chatbots. Plusieurs groupes ont suivi cet atelier afin de déterminer les limites d'usage d'un tel système et de définir par rétro-ingénierie les fonctionnalités à développer. Le jeu sérieux s'appuie sur le jeu des « Blagues de Papa » (« Dad's jokes ») qui consiste à raconter une histoire drôle à une personne qui ne doit pas rire pour gagner un point, faute de quoi elle perd. Les chatbots utilisés sont soit « Google Assistant » soit « Siri » à qui les utilisateurs demandent de raconter une blague à plusieurs reprises afin d'en analyser l'impact en termes d'humour et d'émotions associées. Les connaissances en termes d'analyse se basent sur l'expérience de chacun ou sur des supports pédagogiques en analyse structuro-fonctionnelle. Différentes mises en situation sont proposées et plusieurs résultats sont présentés.

Mots clés : rétro-ingénierie, pédagogie active, jeu sérieux, système conversationnel, retour d'expérience, analyse fonctionnelle, usages.

1 INTRODUCTION

La conception de systèmes sociotechniques peut s'inspirer de différents paradigmes issus de l'intégration humain-système [1, 2] ou de l'inclusion humain-système [3, 4, 5]. La première catégorie vise la normalisation des comportements d'une majorité d'utilisateurs alors que la seconde s'intéresse à la variabilité de ces derniers. Les deux étudient l'impact de nouvelles technologies de l'information et de la communication pour déterminer les interactions humains-systèmes des futurs systèmes. Il s'agit par exemple d'interactions gestuelles ou verbales entre opérateurs humains et systèmes intelligents [6, 7]. Ces communications permettent de mettre en œuvre un système de répartition pour le contrôle partagé de tâches entre différents décideurs d'un système [8, 9] et limiter les confusions d'interprétation des activités de chacun [10, 11, 12]. Elles permettent également de développer des compétences spécifiques en termes de coopération ou d'apprentissage [13], voire de compétition et de pédagogie [14].

Cet article s'intéresse plus particulièrement aux interactions entre humains et chatbots tels que Google Assistant ou Siri qui pourront être utilisés pour mettre en œuvre le contrôle partagé entre décideurs ou développer ces compétences multiples dans les systèmes à base d'Intelligence Artificielle (IA). Il s'agit de les utiliser dans la réalisation d'un jeu sérieux basé sur le divertissement les « Blagues de Papa » qui consiste à raconter une blague mais en s'efforçant de ne pas rire. L'utilisation de chatbots permet alors d'étudier l'humour et les effets associés lorsqu'ils sont sollicités pour raconter des histoires drôles, l'objectif étant d'en identifier les limites et de proposer des voies de déve-

loppement pour améliorer ces interactions. A l'instar de travaux antérieurs sur la pédagogie active [15, 16], les participants à ce jeu sérieux sont acteurs dans le processus de rétro-ingénierie pour comprendre le fonctionnement des chatbots et en évaluer leurs limites en termes de facteurs liés à la genèse du rire. Cet exercice s'appuie sur les expériences de chacun ou sur des supports de cours en analyse fonctionnelle mis à disposition.

Deux situations sont proposées. La première a été réalisée durant deux demi-journées à Paris dans les locaux d'Innovation Défense Lab lors du workshop ERGO-IA (Ergonomie et Intelligence Artificielle) en 2019 avec des ingénieurs en conception de systèmes et des ergonomes professionnels. La deuxième a impliqué plusieurs groupes d'étudiants de Master Transport, Mobilité, Réseaux de Valenciennes et de l'École Centrale de Casablanca au Maroc pendant un module d'une heure et demi en 2021 et 2022 respectivement, les étudiants ayant les supports de cours en analyse fonctionnelle à leur disposition.

1.1 Première mise en situation

Cette première mise en situation a impliqué 8 ingénieurs en conception de systèmes ou ergonomes, l'objectif final étant de simuler le comportement d'un chatbot à partir de supports tangibles (e.g., papier, masque) et en respectant les prérequis fonctionnels identifiés.

1.1.1 Déroulé de la première mise en situation

Trois niveaux de rétro-ingénierie ont été appliqués, Figure 1. Le premier concerne l'analyse des échanges par groupe de 2 personnes en se racontant mutuellement des histoires drôles préalablement préparées. Le deuxième implique l'usage d'un chatbot à qui les parti-

participants demandent de raconter une blague. Le dernier, à partir des conclusions des niveaux précédents, consiste à déterminer les prérequis fonctionnels d'un chatbot en y apportant des améliorations sur le plan de la production d'humour et d'émotions associées. Dans ce niveau, les participants ont à leur disposition différents supports tels que des feuilles de papier à découper, des masques à décorer, afin de pouvoir ensuite simuler le comportement d'un tel chatbot et de vérifier l'impact en termes d'humour et d'émotions associées.

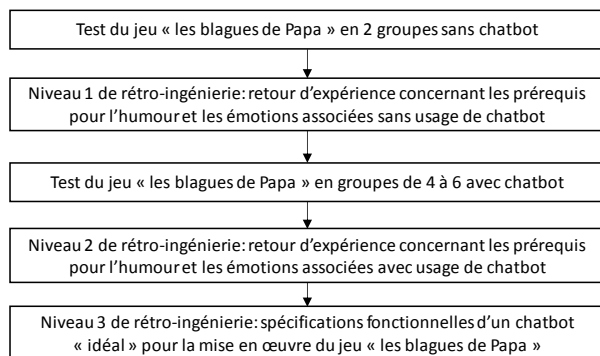


fig 1 : déroulé de la première mise en situation

1.1.2 Résultats de la première mise en situation

Globalement, deux obstacles majeurs à la genèse du rire ont été identifiés :

- La voix du chatbot utilisé (i.e., Google Assistant) est monocorde.
- Les histoires drôles racontées sont tous publics ou politiquement correctes.

Des améliorations ont donc été discutées et proposées en s'appuyant sur des actions avant, pendant et après le déroulé d'une blague, Figure 2.

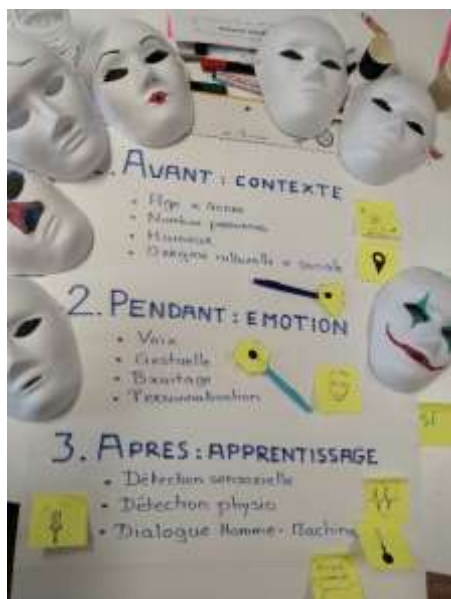


fig 2 : Résultats de la première mise en situation

L'identification du contexte avant de raconter une histoire s'appuie sur plusieurs critères tels que la détec-

tion des âges et genres des membres de l'auditoire, le nombre de personnes dans l'auditoire, l'ambiance dans l'auditoire ou l'origine culturelle et sociale des membres de cet auditoire. Ce contexte permet de déterminer la blague la plus appropriée à raconter à partir de plusieurs modalités d'interaction telle que la communication verbale, l'interaction gestuelle, le contexte sonore ou la personnalisation en fonction des caractéristiques de l'auditoire. Enfin, l'impact de l'histoire est ensuite analysé à partir de différents facteurs sensoriels ou physiologiques, ou d'échanges entre l'auditoire et le chatbot pour orienter les différentes améliorations possibles à effectuer.

La seule modalité orale pour générer de l'humour ne semble pas être suffisante et raconter une histoire drôle peut également s'accompagner d'objets tangibles et d'interactions avec l'interlocuteur, Figure 3. Il s'agit par exemple d'intégrer des décors ou déguisements, de faire participer celui-ci ou de dialoguer avec lui afin de cerner ses goûts ou préférences, etc.

Lors du débriefing final du workshop ERGO-IA, la même histoire a été racontée avec et sans objets tangibles illustrant les composants de l'histoire. Les rires ont effectivement été plus intenses avec l'usage de ces derniers.



fig 3 : Exemple de simulation d'un chatbot intégrant d'autres modalités d'interaction avec l'interlocuteur

1.2 Seconde mise en situation

Cette seconde mise en situation concerne des groupes de 4 à 6 étudiants qui ont testés Google Assistant ou Siri au cours de modules de travaux pratiques en analyse fonctionnelle d'une heure et demi.

1.2.1 Déroulé de la seconde mise en situation

Cette seconde mise en situation est plus courte que la première et a impliquée 12 groupes de travail dans deux formations différentes : une en 2^e année de Master et une en 4^e année d'ingénieur.

La Figure 4 schématise l'organisation de ce module. Le premier niveau de rétro-ingénierie consiste à séparer la classe en deux et tester l'effet d'une histoire drôle racontée par un groupe sur l'autre. Dans le deuxième niveau, la classe se divise en groupe de 4 à 6 personnes afin de tester les chatbots disponibles sur les téléphones

mobiles des étudiants en leur demandant de raconter une blague à plusieurs reprises. Le dernier niveau permet d'établir les fonctionnalités à développer pour améliorer ces chatbots dans la production d'humour.

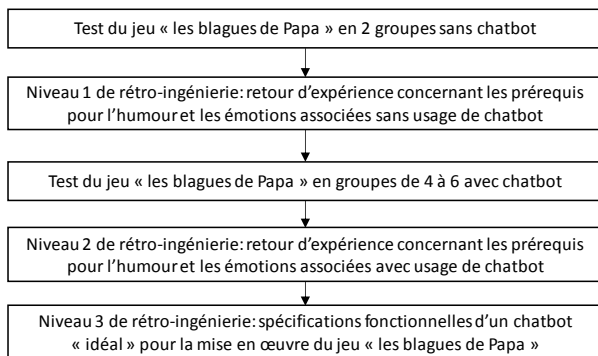


fig 4 : Déroulé de la seconde mise en situation

1.2.2 Résultats de la seconde mise en situation

On retrouve des résultats similaires à la première mise en situation. La Figure 5 donne quelques exemples de retour des réflexions de groupes de travail.

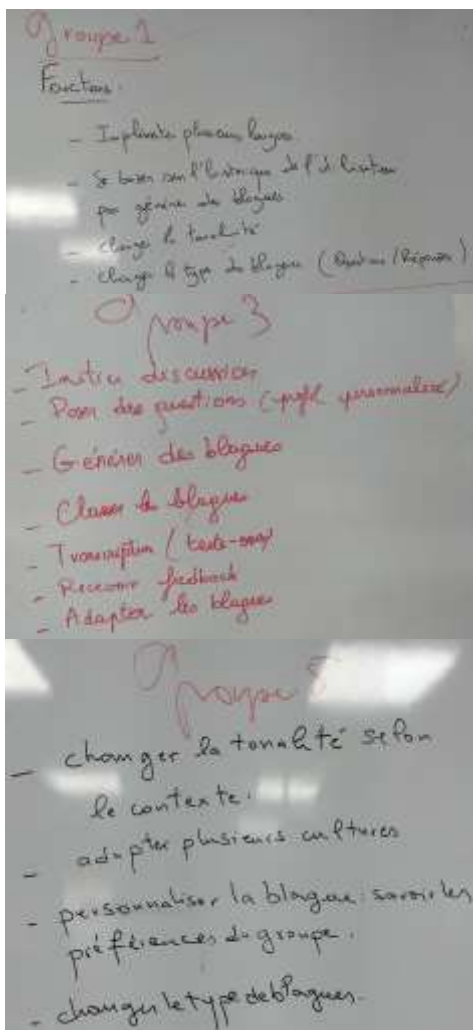


fig 5 : Exemples de résultats de la seconde mise en situation

En règle générale, le chatbot utilisé n'a pas d'humour et en termes d'amélioration plusieurs fonctionnalités à développer ont été identifiées :

- Intégrer le contexte de l'histoire ;
- Créer de l'imprévisibilité dans le déroulé de l'histoire ;
- Prendre en compte le niveau culturel de l'auditoire ;
- Prendre en compte l'effet de l'histoire en s'appuyant sur les expressions faciales ou verbales des membres de l'auditoire ;
- Mettre différentes tonalités lorsqu'une histoire est racontée, varier le type de blagues ;
- Développer et mettre à jour le sens de l'humour en IA ;
- etc.

A partir de l'ensemble des remarques des groupes d'une même classe, le niveau 3 de rétro-ingénierie se termine par l'élaboration d'une analyse structuro-fonctionnelle sur les fonctionnalités à apporter à un chatbot. La Figure 6 est un exemple de résultat obtenu avec le formalisme des actigrammes de la méthode SADT.

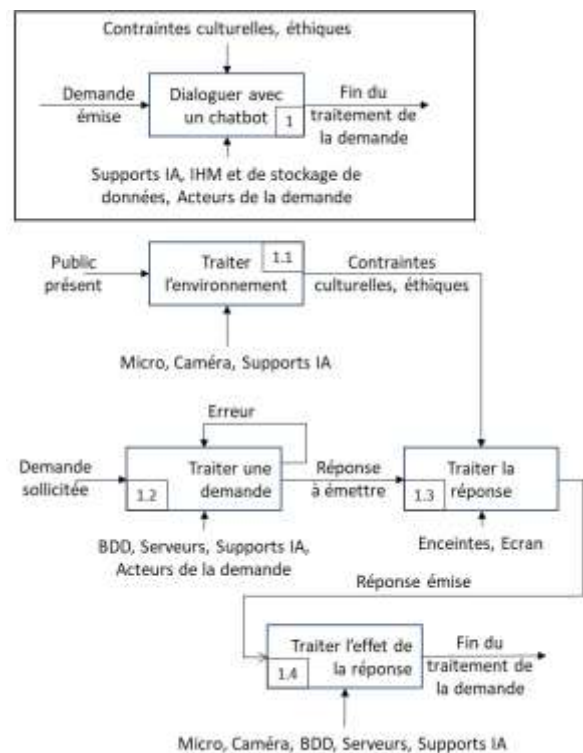


fig 6 : Exemple d'analyse structuro-fonctionnelle d'un chatbot

Le premier niveau fonctionnel présente la fonctionnalité principale : dialoguer avec un chatbot. Plusieurs supports peuvent être nécessaires à la mise en œuvre d'un tel système : des outils à base d'IA, des supports d'interactions humains-machines, des supports audiovisuels, etc. Le second niveau de décomposition comporte quatre sous-fonctions :

1. Traiter l'environnement pour percevoir et analyser celui-ci et déterminer d'éventuelles contraintes culturelles ou éthiques pour sélectionner la blague ou les blagues adaptées à l'auditoire.
2. Traiter une demande pour réceptionner une demande, valider son interprétation et rechercher une réponse possible.
3. Traiter une réponse pour transcrire et transmettre celle-ci.
4. Traiter l'effet de la réponse sur l'auditoire afin d'améliorer le système, cet effet pouvant être évalué automatiquement à partir de supports de reconnaissance d'expressions gestuelles, verbales ou faciales et d'adapter le processus d'apprentissage d'outils à base d'IA.

Un dernier groupe de 19 élèves de l'INSA Hauts-de-France a participé à ce module en avril 2023 et l'a évalué à partir d'un questionnaire individuel. La Figure 7 résume les résultats de cette évaluation.

Vous avez trouvé le module :				
Très intéressant	Plutôt intéressant	Plutôt sans intérêt	Sans intérêt	SA
1	17	1		
Vous avez trouvé le travail en équipe :				
Très efficace	Plutôt efficace	Plutôt sans intérêt	Sans intérêt	SA
4	13	1		1
Vous avez trouvé les systèmes conversationnels :				
Très performants	Plutôt performants	Peu performants	Pas performants	SA
2	4	12		1
Le temps de la réflexion a été :				
Largement suffisant	Plutôt suffisant	Plutôt insuffisant	Très insuffisant	SA
6	6	7		
Le module a été :				
Très difficile	Plutôt difficile	Plutôt facile	Très facile	SA
	4	8	5	2
Concernant le résultat du module, vous êtes :				
Très satisfait	Plutôt satisfait	Plutôt insatisfait	Très insatisfait	SA
	12	4		3
Utilisez-vous les systèmes conversationnel de type Google Assistant ou Siri :				
Toujours	Souvent	Exceptionnellement	Jamais	SA
2	3	6	8	
Connaissez-vous le jeu des "Blagues de Papa" (Dad's jokes)?				
Oui tout à fait	Plutôt oui	Plutôt non	Pas du tout	SA
10	7		2	
Vous avez trouvé le jeu du module :				
Très amusant	Plutôt amusant	Plutôt ennuyeux	Très ennuyeux	SA
6	12			1
Module complémentaire aux supports de cours sur l'analyse structuro-fonctionnelle?				
Pas du tout	Plutôt non	Plutôt oui	Oui tout à fait	SA
		12	4	3

fig 7 : Retour d'un groupe de 19 élèves (SA : Sans avis)

Les nombres en blanc sur fond noir indiquent les tendances majoritaires. Globalement ce module est perçu comme intéressant, facile, amusant et complémentaire aux supports de cours. La durée et le résultat du module semblent satisfaisants et le travail en équipe efficace. Une majorité d'élèves connaissaient le jeu des blagues de Papa, utilisent les chatbots occasionnellement voire jamais, et estiment que ces derniers ne sont pas très performants pour raconter des blagues drôles.

2 CONCLUSION

Le processus de rétro-ingénierie présenté dans cet article applique deux principes éducatifs :

1. La pédagogie active où les participants sont acteurs dans la démarche d'ingénierie inversée, les uns faisant appel à leur propre expérience, les autres pouvant consulter des supports de cours en analyse fonctionnelle si besoin.
2. Le jeu sérieux basé sur le divertissement des « Blagues de Papa » qui permet de tester les limites de chatbots lorsqu'on leur demande de raconter une blague.

Deux mises en situation sont présentées dans l'article, une première avec des professionnels, une seconde avec des étudiants. Dans les deux cas, les résultats du processus de rétro-ingénierie convergent et les participants sont globalement satisfaits de la mise en pratique du jeu sérieux qu'ils trouvent pertinent pour tester des chatbots dans un contexte divertissant.

L'application de cette méthode de rétro-ingénierie pour l'amélioration de la production du rire d'un utilisateur de chatbot a permis d'identifier les principales lacunes de ce type de systèmes. En effet, il semble que les utilisateurs recherchent principalement des caractéristiques humaines spécifiques (un sourire, un accent, un geste, etc.), se mêlant à des expériences vécues (scènes auxquelles ils se repèrent ou peuvent se référer) tout en voulant être surpris (mystère, suspense, imprévisibilité et chute d'une histoire). Un système regroupant ces trois points simultanément pourrait donc être capable de faire rire ses utilisateurs.

La mise en œuvre de ce module est simple et ludique. Elle donne un cadre concret d'exploitation et d'évaluation de nouvelles technologies de l'information et de la communication telles que les chatbots. Le développement d'interactions verbales entre humains et systèmes reste un défi pour le futur et cet article propose quelques pistes d'améliorations pouvant être appliquées dans le cadre de la mise en œuvre d'un contrôle partagé entre différents décideurs ou pour partager les compétences ou avis de chacun.

Bibliographie

- [1] Boy, G., « Human-systems integration design: from virtual to tangible », *Ref: hal-02424946* (2020).
- [2] Boy, G., McGovern Narkeviciu, J., « Unifying human centered design and systems engineering for human-systems integration », *Proceedings of the Fourth International Conference on Complex Systems Design & Management CSD&M, 2013, pp. 151-162.*
- [3] Vanderhaegen, F., Nelson, J., Wolff, M., Mollard, R., « From human-systems integration to human-systems inclusion for use-centred inclusive manufacturing control systems », *IFAC-PapersOnLine, 54(1), 249-254* (2021).
- [4] Vanderhaegen, F., « Weak signal-oriented investigation of ethical dissonance applied to unsuccessful mobility experiences linked to human-machine interactions », *Science & Engineering Ethics, 27, 2, (2021), <https://doi.org/10.1007/s11948-021-00284-y>.*
- [5] Vanderhaegen, F., « Pedagogical learning supports based on human-systems inclusion applied to rail flow

- control », *Cognition Technology & Work*, 23, 193–202 (2021).
- [6] Enjalbert, S., Gandini, L. M., Pereda Baños A., Ricci, S., Vanderhaegen, F. « Human–Machine Interface in Transport Systems: An Industrial Overview for More Extended Rail Applications », *Machines*, 9(2), 36 (2021).
- [7] Merlevede, J.-V., Enjalbert, S., Henon, F., Pereda Baños, A., Ricci, S., Vanderhaegen, F., « Expectations of train drivers for innovative driving cabin », *IFAC-PapersOnLine*, 55(29), 144-149 (2022).
- [8] Vanderhaegen, F., “Toward a model of unreliability to study error prevention supports”, *Interacting With Computers*, 11, 575-595 (1999).
- [9] Vanderhaegen, F., « Heuristic-based method for conflict discovery of shared control between humans and autonomous systems - A driving automation case study », *Robotics and Autonomous Systems*, 136, (2021), <https://doi.org/10.1016/j.robot.2021.103867>.
- [10] Vanderhaegen, F., « Dissonance engineering: a new challenge to analyse risky knowledge when using a system », *International Journal of Computers Communications & Control*, 9(6), 750-759 (2014).
- [11] Vanderhaegen, F., « A rule-based support system for dissonance discovery and control applied to car driving », *Expert Systems With Applications*, 65, 361-371 (2016).
- [12] Vanderhaegen, F., « Towards increased systems resilience: new challenges based on dissonance control for human reliability in Cyber-Physical&Human Systems », *Annual Reviews in Control*, 44, 316-322 (2017).
- [13] Vanderhaegen, F., “Cooperation and learning to increase the autonomy of ADAS”, *Cognition Technology & Work*, 14 (1), 61-69 (2012).
- [14] Vanderhaegen, F., Jimenez, V., « Opportunities and threats of interactions between humans and Cyber-Physical Systems – Integration and inclusion approaches for CPHS », *In: Cyber-Physical-Human Systems: Fundamentals and Applications (CPHS)*. A. Annaswamy, P. Khargonekar, F. Lamnabhi-Lagarrigue, S. Spurgeon (Eds). John Wiley & Sons / IEEE Press (in Press).
- [15] Vanderhaegen, F., « Pédagogie active pour l’aide à l’innovation dans les transports », *In « Défis de l’automatisation des systèmes sociotechniques »*, Vanderhaegen, F., Maaoui C., Sallak M., Berdjag D. (Eds), ISTE Edition, 2019, pp. 319-338.
- [16] Vanderhaegen, F., « Pédagogie active et inclusive pour l’analyse de dangers de systèmes d’aide à la conduite basée sur la recherche de dissonances », *CETSI 2021, Valenciennes, France, juin 2021*.