

Éclats

ISSN : 2804-5866

: COMUE Université Bourgogne Franche-Comté

3 | 2023

Humanités médicales et de santé du Moyen Âge au XXI^e siècle

Entretien avec Clémence Rougeot, chargée de recherche & développement à Foxar

Interview with Clémence Rougeot, research & development officer of Foxar

Clémence Rougeot François-Claude Rey

🔗 <https://preo.ube.fr/eclats/index.php?id=424>

Le texte seul, hors citations, est utilisable sous [Licence CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Les autres éléments (illustrations, fichiers annexes importés) sont susceptibles d'être soumis à des autorisations d'usage spécifiques

Clémence Rougeot François-Claude Rey, « Entretien avec Clémence Rougeot, chargée de recherche & développement à Foxar », *Éclats* [], 3 | 2023, . Droits d'auteur : Le texte seul, hors citations, est utilisable sous [Licence CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Les autres éléments (illustrations, fichiers annexes importés) sont susceptibles d'être soumis à des autorisations d'usage spécifiques. URL : <https://preo.ube.fr/eclats/index.php?id=424>

La revue *Éclats* autorise et encourage le dépôt de ce pdf dans des archives ouvertes.

PREO

PREO est une plateforme de diffusion [voie diamant](#).

Entretien avec Clémence Rougeot, chargée de recherche & développement à Foxar


Interview with Clémence Rougeot, research & development officer of Foxar

Éclats

3 | 2023

Humanités médicales et de santé du Moyen Âge au XXI^e siècle

Clémence Rougeot François-Claude Rey

 <https://preo.ube.fr/eclats/index.php?id=424>

Le texte seul, hors citations, est utilisable sous [Licence CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Les autres éléments (illustrations, fichiers annexes importés) sont susceptibles d'être soumis à des autorisations d'usage spécifiques

Clémence Rougeot est diplômée d'un master IFPE¹, obtenu à AgroSup Dijon en 2020 avec la mention Très bien. Elle poursuit actuellement² un doctorat en ergonomie cognitive, en étudiant les conditions spécifiques dans lesquelles la réalité augmentée comporte des plus-values pédagogiques et la façon dont cette technologie peut être améliorée. Pour cette thèse³ CIFRE qui s'intitule *Effet du guidage dans les apprentissages en Réalité Augmentée*, elle partage son temps entre Rennes où se situe le laboratoire universitaire LP3C⁴ et Dijon où se situe son entreprise Foxar spécialiste des développements pédagogiques (contenus et maquettes) en réalité augmentée 3D. Elle est en même temps co-porteuse avec Jérémy Castéra (MCF en didactique des sciences à l'ADEF / Aix-Marseille Université) du projet Labo'RA qui vise à mesurer « l'impact d'un outil de Réalité Augmentée sur le raisonnement des élèves » : projet lauréat en 2021 du CréativLab du pôle de recherche AMPIRIC⁵ de la région Sud - Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Foxar⁶ est une start-up dont la devise semble être « Mieux visualiser pour mieux comprendre », lauréate de plusieurs prix⁷, créée le 1er juillet 2020 par deux étudiants-entrepreneurs : Louis Jeannin (président) et Nicolas Caligiuri (directeur général), ingénieurs en Arts et Métiers issus du master recherche « Mti3D⁸ - parcours Ingénierie numérique » de l'Institut Arts et Métiers de Chalon-sur-Saône. Clémence Rougeot les a rejoints à Chalon-sur-Saône lorsque la start-up était encore un projet, comme stagiaire pendant 8 mois lors de sa deuxième année de master, puis comme Chargée de projet R&D.

François-C. Rey (FCR) : Pouvez-vous nous présenter l'entreprise Foxar ?

Clémence Rougeot (CR) : Foxar est une start-up qui produit des ressources en 3D et en réalité augmentée, principalement pour l'éducation scolaire, mais aussi pour la formation professionnelle et pour l'industrie. Ce sont des supports virtuels, sur tablettes et smartphones, qui permettent de mieux appréhender les notions abstraites du programme scolaire ; et ce sont des notions qui ne sont pas facilement gérables par certains élèves, quand elles sont en 2D sur papier parce qu'elles comportent des limites : par exemple on ne peut pas forcément voir les échelles de taille. Le fait de pouvoir visualiser les maquettes des notions en réalité augmentée, dans l'environnement réel où elles sont « ancrées » (voir illustration 1), permet de dépasser ces limites.

Illustration 1 : Maquette 3D de Foxar ancrée sur une table.



© Nicolas Caligiuri, Foxar.

Foxar travaille en collaboration avec des professionnels de l'Éducation Nationale, notamment des enseignants, des acteurs de l'écosystème éducatif comme les DAN⁹ et les ERUN¹⁰ ; avec des chercheurs des laboratoires universitaires comme le laboratoire ADEF¹¹ de Marseille ; et avec des partenaires regroupant des industriels comme l'UIMM Franche-Comté¹².

En plus de l'éducation qui est le cœur de notre activité, nous développons également des maquettes orientées prévention, formation professionnelle et industrie. Par exemple, en itération avec les formateurs, nous co-construisons pour l'UIMM des maquettes sur des sujets plus techniques : schémas cinématiques, objets techniques, notions de sciences de l'ingénieur... Nous avons également collaboré avec l'INRAE ou encore la Mutualité Française Bourgogne-Franche-Comté pour réaliser des maquettes qui illustrent les dangers présents dans une maison en termes de qualité de l'air (humidité, produits ménagers...).

Une maquette Foxar, quel que soit le domaine, c'est une illustration améliorée d'un concept, souvent interactive, que l'on peut visualiser en 3D et ancrée dans l'environnement. C'est un avantage considérable en termes de motivation, mais surtout, au-delà de l'aspect « waouh » lié à la nouveauté, il y a souvent une vraie plus-value dans l'utilisation des formats riches comme ceux-là, notamment chez les élèves en difficulté.

La RA permet de montrer des dimensions supplémentaires d'un concept lors de son apprentissage. Cet avantage est notamment important pour les apprenants dont les compétences visuo-spatiales sont moins développées. Selon l'hypothèse de la « compensation » de Höffler et Leutner (2011)¹³, un format d'illustration riche compenserait les lacunes de génération mentale des élèves en difficulté. Ainsi les élèves dont les habiletés visuo-spatiales sont très développées parviennent à tirer profit de formats limités (2D, noir et blanc, statiques). À l'inverse, les formats riches (comme la 3D et la RA) profitent davantage aux élèves en difficulté en leur permettant d'appréhender plus efficacement la notion, en leur fournissant un modèle « tout fait ». C'est sur ce principe que repose le cœur du projet pédagogique.

FCR : Pourriez-vous expliquer pour des non spécialistes ce qu'est la réalité augmentée, et sa différence avec ce qui s'appelle simplement 3D ou réalité virtuelle ?

CR : La réalité virtuelle concerne tous les environnements artificiels entièrement générés par logiciel. Habituellement, on entend par Réalité Virtuelle (VR ou RV) les environnements simulés via un casque, contrôlé par des interfaces. Il s'agit souvent de jeux, de simulations pour la formation ou pour le traitement des phobies... La VR est plus ou moins immersive. Par exemple, un jeu sur console à la première personne¹⁴ est considéré une forme de réalité virtuelle très basse immersion. La 3D, ce sont toutes les créations numériques visualisables en 3 dimensions (conçues par CAO, par modelage 3D) sur n'importe quel support interactif permettant la 3D. Et la Réalité Augmentée, c'est l'ajout par superposition, par exemple, d'objets 3D dans le monde réel. Contrairement à la VR, elle ne nécessite pas l'utilisation d'un casque mais peut être déployée à travers un écran, smartphone tablette (voir illustration 2) ou lunettes de RA. La Réalité Augmentée permet de rester connecté à la réalité et est donc moins isolante que la VR, ce qui est un avantage dans un contexte d'apprentissage ou le partage et la collaboration sont essentiels.

Illustration 2 : Apprenante en interaction avec une maquette.



© Nicolas Caligiuri, Foxar.

FCR : Quel est le profil des collaborateurs de l'entreprise, et le vôtre en particulier ?

CR : Aujourd'hui nous sommes quatre (voir illustration 3). Nicolas et Louis sont ingénieurs Arts et Métiers, spécialisés en Réalité Augmentée, et qui ont donc plutôt des profils très techniques de développeurs et modelleurs 3D. Mira Skendraoui nous a rejoints il y a 2 ans, et son rôle est également lié au développement et à la modélisation 3D. Ce sont donc des profils assez techniques. Mon profil apporte le côté recherche, à présent dans le cadre de la thèse que je réalise. Je contribue aussi à l'aspect ergonomique et l'expérience utilisateur.

Illustration 3 : L'équipe Foxar, de gauche à droite : Louis, Nicolas, Clémence et Mira.



© Nicolas Caligiuri, Foxar.

FCR : Quelles sont les techniques utilisées au sein de l'entreprise ?

CR : Les techniques correspondent à tout le savoir-faire que Nicolas, Louis et Mira ont acquis pendant leurs études et en formation continue. Il y a beaucoup d'apprentissage sur le tas, par exemple avec des outils qui sont mis à disposition par Apple pour faire de la réalité augmentée, et avec l'utilisation de logiciels comme Blender et Unity ; mais le développement se fait aussi à travers l'utilisation d'un outil développé en interne pour fabriquer les maquettes en programmation par blocs, comme l'outil Scratch qui est utilisé pour enseigner la programmation dans les collèges. Un outil de ce type, développé en interne, sera d'ailleurs mis à disposition du grand public, à terme, pour que chacun puisse un jour personnaliser et créer ses propres contenus.

FCR : Quel est votre parcours personnel ?

CR : J'ai commencé mon parcours à Besançon par une licence de psychologie générale. En troisième année, j'ai commencé ma spécialisation en psychologie cognitive. C'est comme ça que j'ai découvert le champ de la psychologie cognitive, qui fait partie des branches que l'on ne soupçonne pas lorsque l'on connaît peu la psychologie, comme l'ergonomie, ou la psychologie du travail. Lorsque l'on entend « psychologie », on imagine souvent uniquement la partie clinique de la psychologie, bien que cette dernière n'en représente qu'une partie. Ça a été l'occasion d'explorer et d'apprécier la recherche en psychologie cognitive : de monter des protocoles expérimentaux pour comprendre la façon dont la cognition est structurée. Ça m'a beaucoup plu, donc je me suis dirigée dans cette branche et j'ai poursuivi par un master en ergonomie cognitive à Dijon. Ce master permet une approche particulière et très spécialisée de la psychologie, appliquée aux nouvelles technologies, ce qui me paraissait être un enjeu important dans le monde actuel.

FCR : **Comment en êtes-vous venue à exercer vos fonctions actuelles dans l'aventure entrepreneuriale et scientifique de Foxar ?**

CR : En master 2 j'ai rencontré l'équipe Foxar qui en était à ses débuts. J'ai été mise en relation avec la start-up qui était encore en incubation à l'état de projet à DECA-BFC¹⁵, par mon encadrant et directeur de travaux de recherches à l'époque, le Professeur émérite Jean-Michel Boucheix, du LEAD¹⁶. L'idée était de réaliser des expérimentations pour tester la pertinence de l'idée de produit pédagogique de Foxar, et de trouver la façon de l'améliorer en fonction des résultats obtenus. Nous avons commencé à travailler ensemble, puisque l'équipe a réalisé très tôt l'importance de faire de la recherche pour essayer de concevoir un produit innovant. On ne peut pas produire un outil sans s'appuyer sur les données qui existent. Quand on innove, on fait forcément de la recherche en parallèle ; et donc, j'ai poursuivi avec Foxar. Ce projet m'intéressait car il permettait d'appliquer les méthodes de la psychologie expérimentale tout en voyant les résultats directement sur le terrain. Le fait que les résultats sont pris en compte directement m'a beaucoup plu : c'est ce qui m'a poussée à poursuivre ces travaux vers une thèse CIFRE, dont les résultats sont appliqués rapidement, ce qui n'est pas toujours le cas d'un doctorat un peu plus classique.

FCR : Pourquoi avez-vous été la première personne embauchée dans le projet d'entreprise et dans l'entreprise après ses deux créateurs ?

CR : La première personne embauchée, effectivement, avait une mission de recherche. Je pense que c'est un choix pour construire une solution qui soit vraiment viable et efficace, ayant des répercussions positives. Donc, nous avons fait très tôt l'évaluation de la solution pour entre autres y déceler les points qui étaient à améliorer et ceux qui fonctionnaient déjà bien. Cela a permis de prendre différentes orientations dans la suite du projet. Donc, c'était vraiment un choix délibéré de baser tout le projet sur la recherche, sur un objectif d'efficacité et d'efficience, qui a contribué dans une certaine mesure à l'outil tel qu'il existe aujourd'hui.

FCR : Avez-vous rencontré des difficultés sur le parcours qui vous a mené au doctorat et à cette entreprise ?

CR : Sur le parcours jusqu'à l'entreprise, pas forcément. Nous nous sommes bien entendu tout de suite, et le fait d'avoir été bien intégrée dès le début à l'entreprise a été assez confortable et assez motivant. La période de création de projet de thèse comprenant les échanges avec l'ANRT¹⁷ a été un peu dense. Nous avons dû élaborer rapidement le projet de thèse sans connaître les conditions dans lesquelles elle serait réalisée... En effet, nous étions à cette époque en pleine période d'incertitude liée à la crise sanitaire. Pour ce qui est de la thèse CIFRE en elle-même, dès que l'on a un pied dans le monde de l'entreprise et surtout de la start-up, et en même temps un pied dans le monde de la recherche, le rapport à la temporalité est particulier et pas toujours facile à gérer. Dans une start-up, les événements et les développements s'enchaînent rapidement : c'est presque exponentiel, ça change souvent, les projets se multiplient rapidement ; alors que dans le monde académique et de la recherche les avancées se font vraiment étape par étape, c'est très rigoureux, ce qui induit une certaine inertie parfois difficilement compatible avec le besoin en R&D de l'entreprise. Donc, il n'est pas toujours facile de trouver un équilibre entre les deux temporalités. Il est aussi nécessaire de trouver un laboratoire dont les problématiques, et dont les axes de recherche correspondent à 100 % à la problématique de l'entreprise. Il n'y a pas forcément beaucoup de laboratoires de recherche en France qui tra-

vailent sur ces problématiques, et c'est pourquoi le laboratoire que nous avons choisi est à Rennes. Après cela, ce sont plutôt des écueils de nature logistique : il faut pouvoir se déplacer et parcourir les 600 km qui séparent Dijon de Rennes pour être présente régulièrement au laboratoire.

FCR : Qu'apporte votre thèse à l'entreprise et aux projets scientifiques auxquels vous participez ?

CR : Il y a différentes retombées de ces expérimentations. Il y a des résultats vraiment fondamentaux quand on compare un média à l'autre. Par exemple, une même notion peut être comparée dans une version réalité augmentée, une version 3D sur tablette, et une version photocopiée classique. C'est ce que l'on appelle une approche par comparaison de médias : on observe à chaque fois quel est le groupe d'élèves qui a le plus progressé, ce qui nous permet de dresser un état des lieux de la plus-value que représente la solution. Ensuite, on a des résultats plutôt qualitatifs quand on interroge directement les élèves sur les difficultés qu'ils ont ressenties, ce qui nous permet d'améliorer directement les solutions. Il y a aussi des méthodes innovantes que nous mettons en place pour obtenir des résultats spécifiques, comme le traçage des déplacements dans l'espace afin de modéliser la manière dont un utilisateur s'empare d'un modèle virtuel, ainsi que l'enregistrement des interactions pour définir des patterns d'utilisation. D'une part, il y a ces résultats plutôt fondamentaux, qui apportent des éléments de compréhension répliquables à d'autres contenus et applications ; et enfin il y a les résultats, disons... plus directs, qui ne font pas forcément l'objet de publications, mais qui sont quand même importants pour nous, parce que récupérer les avis et les réactions à chaud des utilisatrices et utilisateurs nous permet de construire un outil vraiment adapté à leurs comportements et à leurs besoins. On ne peut pas concevoir une solution innovante sans la mettre à l'épreuve du terrain régulièrement ; sinon, on risque de construire pendant des mois une solution qui, finalement, ne sera pas du tout utilisable. En fait, il y a ce double but : d'une part apporter des éléments fondamentaux au niveau de la connaissance de ces nouveaux outils, c'est-à-dire savoir ce que cela produit sur la cognition et si les élèves arrivent à gérer ces outils, et pouvoir mettre ces résultats en perspective avec la littérature existante pour les généraliser et établir des *guidelines*¹⁸ ; et d'autre part, il faut nous rendre compte de la ma-

nière dont nous pouvons améliorer la solution directement, en fonction des retours qui nous sont faits.

FCR : Quel lien faites-vous entre le monde de la recherche et celui de l'entreprise en général, et de Foxar en particulier ?

CR : La particularité de cette thèse est la convention CIFRE¹⁹. C'est une disposition qui permet une plus grande perméabilité entre les milieux que sont le monde académique et le monde de l'entreprise. Il est alors possible d'étudier des outils très techniques pour faire évoluer la compréhension que l'on en a, mais aussi d'innover en adaptant les outils en fonctions des résultats obtenus.

Comme je le disais, ce sont quand même deux mondes qui peuvent paraître aux antipodes l'un de l'autre. Il y a des choses qui sont assez éloignées et des choses qui sont communes : pour les deux mondes, la recherche de compréhension et de solutions pour des développements est au cœur des problématiques. Parmi les choses qui sont communes, il y a le fait que les entreprises aussi ont des pôles de recherche et développement, mais les méthodes ne sont pas exactement les mêmes : en R&D on est plutôt dans la recherche de solutions rapides, centrées sur les outils développés par l'entreprise. En dehors de ça, nous travaillons avec d'autres laboratoires de recherche et des écoles d'ingénieurs, en développant pour eux des maquettes virtuelles qui seront alors testées par les élèves et utilisateurs.

FCR : Quelles sont les disciplines et savoir-faire des SHS utiles pour travailler dans votre secteur ?

CR : Je dirais que toutes les compétences qui sont développées dans les cursus des sciences humaines et sociales sont importantes. Au niveau méthodologique, savoir élaborer des protocoles expérimentaux, traiter des données, c'est indispensable. Mais toutes les compétences sont utilisables, que ce soit dans le milieu de la recherche ou dans le milieu de l'entreprise. La vulgarisation aussi est importante : quand on travaille en entreprise on rencontre beaucoup de personnes qui ne sont pas forcément issues d'un milieu universitaire, et il faut être capable de synthétiser et d'expliquer les résultats de la recherche. Cela permet au public et aux utilisateurs de comprendre comment nous avons développé la solution et comment nous faisons pour nous adapter à leur fonctionnement. L'adaptabilité est aussi une qualité qui

peut être utile pour passer d'un mode de travail à un autre, notamment dans le cas d'un dispositif CIFRE.

FCR : Cela fait 3 ans et 5 mois que vous contribuez significativement à relever les premiers défis de la start-up, tout en continuant vos études et votre participation à l'activité universitaire. Et si c'était à refaire ? Auriez-vous des conseils à transmettre à de jeunes chercheurs qui voudraient rejoindre une start-up ou une très jeune entreprise ?

CR : Je ne suis pas assez avancée pour prodiguer des conseils puisque je suis moi-même encore doctorante, encore à un stade où j'ai plutôt des conseils à prendre. Je dirais que dès que l'on voit une opportunité, il faut la saisir : les seules choses que l'on peut regretter à terme sont celles que l'on n'a pas faites, ou pas osé faire. C'est un défi, mais c'est gratifiant de voir que les résultats d'une expérimentation que l'on a pu mener sont directement utilisés et intégrés pour le développement d'une solution. C'est valorisant. Il ne faut pas hésiter à saisir les opportunités professionnelles. Je pense qu'il faut être un peu proactif, parce qu'il y a beaucoup d'entreprises qui n'auront pas forcément l'idée de travailler avec des jeunes chercheurs et des doctorants ; et qu'elles ne se projettent donc pas forcément à travers la recherche. Comme la recherche a une grande inertie, cela implique pour l'entreprise d'avoir les moyens d'attendre les résultats pour les prendre en compte... c'est un investissement en quelque sorte. Le programme CIFRE permet d'aider les entreprises dans cette démarche. Il faut dans tous les cas construire sa place et monter l'intérêt que cela peut avoir. Cela ne peut avoir que des retombées positives (voir illustration 4).

Illustration 4 : L'esprit start-up... Clémence et Louis, de Foxar.



© Nicolas Caligiuri, Foxar.

-
- 1 IFPE : Ingénierie de la Formation Professionnelle et Psychologie Ergonomique.
 - 2 Entretien réalisé le 11 avril 2023.
 - 3 Thèse sous la direction du Professeur des universités Éric Jamet.
 - 4 LP3C : Laboratoire de Psychologie, Cognition, Comportement, Communication (EA 1285, Université Rennes 2) ; axe « Performances, socio-performances et apprentissages » (<https://www.lp3c.fr/axe/performances-socio-performances-et-apprentissages/>), École doctorale ELLICE (ED 603) du Collège doctoral de Bretagne.
 - 5 AMPIRIC : « Aix-Marseille – Pôle d’Innovation, de Recherche, d’enseignement pour l’éducation » (<https://www.univ-amu.fr/fr/public/pia3-projet->

[mpiric/](#)).

6 Site de Foxar : <https://foxar.education>

7 Entre autres distinctions, le projet Foxar est lauréat national d'un prix Pépite 2020, prix organisé par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation en partenariat avec Bpifrance.

8 Mti3D : Management des technologies interactives 3D (<https://www.art-setmetiers.fr/fr/institut/chalon-sur-saone>).

9 DAN : délégués académiques au numérique liés aux délégations (régionales) académiques pour le numérique éducatif (DANE/ DR(A)NE), travaillant sur les usages de ressources numériques avec les enseignants, les établissements et le rectorat.

10 ERUN : enseignants référents aux usages du numérique interlocuteurs des enseignants du premier degré, chargés du développement des usages du numérique éducatif au niveau départemental en complémentarité avec les conseillers pédagogiques départementaux au numérique (CPD) et conseillers pédagogiques de circonscription (CPC), en lien entre autres avec les Ateliers Canopé. Les référents pour les usages pédagogiques du Numérique (RUPN), eux, conseillent et agissent au niveau de leur établissement.

11 ADEF : laboratoire Apprentissage, Didactique, Évaluation, Formation (UR 4671, <http://adef.univ-amu.fr>).

12 UIMM Franche-Comté : Union des industries et métiers de la métallurgie (<https://www.uimm-fc.fr>).

13 Höffler, Tim N. et Leutner, Detlev. 2011. « The role of spatial ability in learning from instructional animations – Evidence for an ability-as-compensator hypothesis ». *Computers in Human Behavior* (ISSN 0747-5632), vol. 27, n° 1, 2011, p. 209-216. DOI : [10.1016/j.chb.2010.07.042](https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.07.042) (<https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.07.042>). URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563210002384>

14 *Jeu à la première personne* : jeu où le joueur voit la scène à l'écran comme à travers les yeux du personnage qu'il contrôle.

15 DECA-BFC : Dispositif d'Entrepreneuriat aCAadémique de Bourgogne - Franche-Comté, incubateur de projets de création d'entreprises et d'entreprises récemment créées (<https://deca-bfc.com/index.php/portfolio-items/foxar/>).

16 LEAD : Laboratoire d'Etude de l'Apprentissage et du Développement (UMR 5022, Université de Bourgogne, <http://leadserv.u-bourgogne.fr/fr/>).

17 ANRT : Association Nationale Recherche Technologie, en charge de la mise en œuvre du dispositif CIFRE.

18 Lignes directrices et recommandations.

19 CIFRE : Convention Industrielle de Formation par la Recherche.

Mots-clés

psychologie, ergonomie cognitive, réalité augmentée, 3D

Keywords

psychology, cognitive ergonomics, augmented reality, 3D

Clémence Rougeot

Foxar, Université Rennes 2, LP3C (EA 1285)

IDREF : <https://www.idref.fr/297009281>

François-Claude Rey

Université de Franche-Comté, CRIT (UR 3224)

IDREF : <https://www.idref.fr/192365312>

HAL : <https://cv.archives-ouvertes.fr/francois-c-rey>