

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS LES GRANDES ENTREPRISES

ENJEUX DE MISE EN ŒUVRE OPÉRATIONNELLE

DÉVELOPPER LA CAPACITÉ DES GRANDES ENTREPRISES
À INTÉGRER ET MAÎTRISER LE NUMÉRIQUE

Les enjeux de mise en œuvre opérationnelle de l'intelligence artificielle dans les grandes entreprises

Cercle Intelligence artificielle

Octobre 2017

PRÉFACE

Le CIGREF se positionne comme un carrefour d'échange et de partage autour des sujets liés à la transition numérique, ce qui suppose aussi de s'intéresser en profondeur aux prochaines tendances technologiques dont l'intelligence artificielle (IA) fait éminemment partie. Le Cercle intelligence artificielle du CIGREF répond à un besoin partagé par la communauté des entreprises membres, de comprendre et d'anticiper les transformations liées à l'intelligence artificielle dans leurs organisations et dans la société. En 2017, les progrès de l'IA interrogent et fascinent toujours. Mais dans les entreprises, les projets se concrétisent et semblent se structurer de plus en plus autour d'une vision stratégique globale et à long terme.

De manière plus générale, l'initiative « France IA » a permis de rassembler toute une communauté d'acteurs autour d'une ambition politique commune et elle insuffle une dynamique intéressante en France, mais aussi au sein de la communauté européenne. Par exemple, le ministre des affaires économiques de Finlande a lui aussi créé un groupe de pilotage au niveau national en mai 2017 sur les défis et opportunités de l'IA, pour en faire un élément de croissance durable. L'installation du laboratoire européen de Facebook sur l'IA, « *Facebook AI Research* » (Fair), à Paris en 2015, et dirigé par l'un des pionniers du *deep learning*, Yann Le Cun, chercheur français spécialisé en IA, en partenariat avec l'INRIA, n'est pas neutre non plus. L'excellence académique française n'est certes plus à prouver dans ce domaine, il reste à trouver pour les entreprises françaises et organisations publiques les moyens de l'attirer, la préserver et la cultiver.

Le gouvernement ayant demandé au Conseil National du Numérique (CNNum) une réflexion accélérée sur l'IA lors du premier trimestre 2017, sur les « conséquences économiques et sociales de l'IA », le CIGREF a proposé au CNNum et à France Stratégie de s'associer aux réunions du Cercle IA du CIGREF, afin de partager quelques éléments de compréhension plus opérationnels sur les transitions en cours liées à l'IA dans les grandes entreprises. Le Cercle IA du CIGREF a aussi pu bénéficier d'expertises et de retours d'expérience très variés en fédérant une communauté d'entreprises, de *start-ups* et de chercheurs autour des transformations *business*, culturelles, organisationnelles et sociétales de l'intelligence artificielle.

Françoise Mercadal-Delasalles,
Directrice des Ressources et de l'Innovation, Société Générale, Administratrice CIGREF

Konstantinos Voyiatzis,
DSI EDENRED, Administrateur CIGREF

SYNTHESE

A l'issue d'une première année de travail sur les différents enjeux de l'intelligence artificielle (IA), qui ont abouti à un Livre Blanc intitulé "[Gouvernance de l'IA dans les grandes entreprises : enjeux managériaux, juridiques et éthiques](#)", en partenariat avec le Cabinet Alain Bensoussan Avocats Lexing, et à un colloque (dont les actes sont [disponibles ici](#)), le Cercle IA a décidé cette année de travailler sur les enjeux opérationnels de la transition « intelligente » des grandes entreprises.

Comment s'organiser autour des différents services et fonctionnalités de l'IA dans l'entreprise ?

La problématique a consisté à s'interroger sur la manière dont les entreprises doivent et/ou devront s'organiser pour mettre en œuvre les systèmes et services d'intelligence artificielle, selon quelle vision, et pour quels enjeux. Cette interrogation a permis en effet de pointer certains enjeux liés aux questions :

- d'intégration de technologies d'IA dans les SI
- de transformation des architectures SI
- organisationnelles et culturelles
- mais aussi des méthodes de collaboration avec l'écosystème et notamment la recherche.

L'intelligence artificielle, au service de la stratégie d'entreprise ?

L'intelligence artificielle traverse de plus en plus les métiers et fonctions de l'entreprise. L'IA permet d'améliorer de nombreux processus déjà existants tant en *back office* qu'en *front office*. On voit par ailleurs apparaître l'idée d'une IA *as a service*, basée sur le *cloud*, qui fournit des API et permet de faire des prototypes rapidement, afin de répondre à divers besoins de l'entreprise de manière souple et efficace. Mais plus qu'un service, l'IA soulève de plus en plus d'enjeux stratégiques. En effet, cette année, les membres du Cercle IA ont partagé de nombreuses études de cas qui viennent illustrer la manière dont l'IA se met de plus en plus au service de la stratégie d'entreprise, au travers d'initiatives fortes auprès de différentes directions voire du COMEX. Certaines entreprises commencent dès aujourd'hui à définir les prémisses d'une gouvernance autour de l'IA. Mais la préoccupation majeure actuellement est de tirer les preuves de ces premières expérimentations. Dans cette optique, le Cercle IA a choisi de travailler sur un cas d'usage spécifique, le *chatbot* au sein des RH, afin d'illustrer le processus de mise en œuvre d'un tel outil et d'en démontrer les intérêts économiques et stratégiques.

Travailler de concert pour une approche alternative de l'innovation autour de l'IA

Afin d'aller plus avant sur les possibilités qu'offrent aujourd'hui le *machine learning* et le *deep learning*, le Cercle IA a également travaillé par ateliers prospectifs, afin d'imaginer les transformations majeures qui pourraient être nécessaires dans les années à venir, si l'intelligence artificielle venait à se généraliser. Les participants ont notamment travaillé sur la nécessité d'expérimenter via des plateformes inter-entreprises, les interactions entre agents intelligents. Sous forme de coopération ou de coopération, les entreprises ont en effet tout intérêt à travailler ensemble et avec leur écosystème (*start-ups*, laboratoires de recherche...) pour progresser significativement et proposer une voie alternative à celle des mastodontes américains.



Le CIGREF, réseau de Grandes Entreprises, a été créé en 1970. Il regroupe plus de cent quarante très grandes entreprises et organismes français et européens de tous les secteurs d'activité (banque, assurance, énergie, distribution, industrie, services...). Le CIGREF a pour mission de promouvoir la culture numérique comme source d'innovation et de performance.

TITRE DU RAPPORT : LES ENJEUX DE MISE EN ŒUVRE OPERATIONNELLE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS LES GRANDES ENTREPRISES

EQUIPE DU CIGREF :

Henri d'AGRAIN – Délégué général	Flora FISCHER – Chargée de mission
Marine de SURY – Chargée de mission	Frédéric LAU – Directeur de mission
Vanessa DEWAELE – Chargée de mission	Marie-Pierre LACROIX – Responsable Information
Josette WATRINEL – Secrétaire de direction	Josette LEMAN – Assistante de direction
Clara MORLIERE – Chargée de mission	Thibault LURET – Chargé de communication

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à Konstantinos Voyiatzis, CIO d'Edenred, Administrateur du CIGREF et Françoise Mercadal-Delasalles, Directrice de l'Innovation et des Ressources à la Société Générale, Administratrice du CIGREF, qui ont piloté cette réflexion.

Merci également à Bernard Georges, et à Christelle Launois qui ont apporté leur aide et leur expertise au Cercle IA du CIGREF. Nous remercions également tous les participants du Cercle IA du CIGREF, membres du CIGREF, chercheurs et *start-ups* :

ANSELLEM Daniel – MINISTERE DE L'INTERIEUR	GOMEZ Isabelle – AIR FRANCE KLM
ANTERION Frédéric – SAINT GOBAIN	GUILBERT Anne-Sophie – VEOLIA
BAVIERE Emmanuel – SOCIETE GENERALE	HUBERT Philippe – SOCIETE GENERALE
BELUD Jean-Paul – NOKIA	IPREX-GARCIA Marc – PMU
BIELLE Maxime – NEXITY	LAUNOIS Christelle – SOCIETE GENERALE
BLANC Pierre – CARREFOUR	LONCELLE Jérôme – KLESIA
BOISARD Anne-Sophie – CHANEL	MALE Olivier – GENERALI
BOUTONNET Christophe – CONSEIL D'ETAT	MERLAND Jean-Pierre – VEOLIA
DEBICHE Chabane – LA POSTE	MICHON Franck – EDF
DE BROCA Xavier – BPI France	MONZIES Emmanuel – PSA
CORRUBLE Vincent – LIP6	MOREAU Aurélien – ANGUS.AI
CHARRIE Julia – France STRATEGIE	MUGNIER Isabelle – ESSILOR
CLUA Thierry – ELIOR	PUIGMAL Léa – LEXING ALAIN BENSOUSSAN AVOCATS
COYAC Olivier – MACIF	RAFFAËLLI Jean-Luc – LA POSTE
de BROCA Xavier – BPI FRANCE	SANSON Henri – ORANGE
de GALZAIN Charles – NEXITY	SOULEZ Marie – LEXING ALAIN BENSOUSSAN AVOCATS
ELFALLAH Amal – LIP6	SUBRENAT François – ONF
EUDE Elisabeth – NOKIA	TARIF Pierre – ENGIE
FONTENEAU Hervé – PÔLE EMPLOI	THUILLIER Benoît – AXA GROUP SOLUTIONS
FOUQUIAU Christelle – SOCIETE GENERALE	TROPHARDY Franck – SCOR SE
GEORGES Bernard – SOCIETE GENERALE	VANHAVERBEKE Thierry – AIR FRANCE KLM
GIRARD Sylvain – ANGUS.AI / HAGER	VOILLOT Laurent – SGMAP

POUR TOUT RENSEIGNEMENT CONCERNANT CE RAPPORT, VOUS POUVEZ CONTACTER LE CIGREF AUX COORDONNEES CI-DESSOUS :

CIGREF, Réseau de Grandes entreprises

21, avenue de Messine 75008 Paris

Tél. : + 33.1.56.59.70.00

Courriel : contact@cigref.fr

<http://www.cigref.fr/>



DROIT DE PROPRIETE INTELLECTUELLE

Toutes les publications du CIGREF sont mises gratuitement à la disposition du plus grand nombre, mais restent protégées par les lois en vigueur sur la propriété intellectuelle.

Est autorisée la copie du titre et d'extraits de 500 caractères, suivis chacun de la mention « Source : » assortie de l'url de la publication CIGREF. Toute autre reprise doit faire l'objet d'une autorisation préalable auprès du CIGREF cigref@cigref.fr.

SOMMAIRE

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS	1
2. L'IA EMERGE NATURELLEMENT DE LA DIGITALISATION DES ENTREPRISES	2
2.1. Des niveaux de maturité disparates : des enjeux opérationnels peu maîtrisés mais de forts engagements stratégiques.....	2
2.2. Des premières expérimentations prometteuses	3
3. L'IA AU SERVICE DE L'ENTREPRISE	4
3.1. Les enjeux de l'« IA as a service »	6
3.2. Focus sur un cas d'usage : le <i>chatbot</i> dans les RH	8
3.2.1. Approche globale	8
3.2.2. Opportunités et risques.....	9
3.2.3. Recommandations.....	11
4. LE PARADIGME DES SYSTEMES MULTI-AGENTS : COMMENT EXPERIMENTER LES INTERACTIONS ENTRE AGENTS INTELLIGENTS ?	12
4.1. Imaginer des conditions d'expérimentations inter-entreprises ?.....	12
4.1.1. De nouveaux modèles d'affaire collaboratifs autour de l'IA.....	12
4.1.2. Comment monter un environnement SI adapté ?	14
4.2. Les défis à relever	17
5. LES APPORTS DE LA RECHERCHE EN IA	19
5.1. Comment les entreprises collaborent avec la recherche en IA ?.....	19
5.2. Les avancées de la recherche en IA.....	21
5.2.1. Les agents intelligents, nouveau paradigme ?	21
5.2.2. La fin des interfaces classiques avec les agents conversationnels ?	23
6. CONCLUSION	26

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

L'INRIA avait défini l'année 2016 comme étant « l'année de l'intelligence artificielle ». De nombreuses avancées ont en effet marqué cette période, en plein « été » de l'IA après plusieurs décennies « d'hiver ». Nous sommes en effet aujourd'hui à un point de convergence des technologies qui favorise à nouveau l'expression de l'IA : convergence entre l'explosion des données, les capacités de stockage, de calcul et le *cloud computing*. Tous les secteurs sont concernés, et les domaines d'applications se perfectionnent très rapidement notamment dans la compréhension du langage naturel, la reconnaissance d'images et de textes, la fouille profonde de données, et l'analyse prédictive.

Il est apparu que le sujet de la transition intelligente des entreprises devait être suivi de près au regard des diverses avancées du marché de l'IA qui prend une orientation différente en 2017 avec le développement des agents conversationnels. Voilà pourquoi la problématique du Cercle IA s'est orientée sur des aspects plus opérationnels, en travaillant à partir de cas d'usage et tentant d'anticiper les enjeux de transformation majeurs pour l'entreprise.

Les réflexions du Cercle IA reposent sur la contribution active des entreprises membres, et participants extérieurs, leur expérience et expertise sur le sujet, afin :

- de formuler les principaux challenges des grandes entreprises sur l'implémentation de systèmes d'IA (qualité et gouvernance des données, architecture IT, *legacy*, accompagnement du changement, talents, budgets alloués, collaboration avec la recherche) ;
- d'identifier les applications d'IA disruptives, notamment les *bots* et *chatbots* ;
- d'analyser un cas d'usage métiers déployant, ou projetant de déployer, des systèmes d'IA ;
- s'interroger sur la façon dont l'IT peut contribuer au développement de l'IA dans les métiers ;
- d'identifier les ambitions stratégiques liées au développement de l'IA dans les entreprises, et entre les entreprises.

L'objectif de ces travaux est d'intégrer les derniers retours d'expérience des entreprises sur l'intégration de technologies d'IA et de soulever les problématiques qui s'y rattachent à ce jour. Après avoir eu des retours prometteurs sur les applications d'IA au service de l'entreprise, le Cercle IA a tenté d'aller plus avant, en essayant d'anticiper les transformations à venir. Le Cercle IA s'est alors organisé en ateliers prospectifs autour du sujet suivant : comment élaborer des plateformes inter-entreprises pour expérimenter les agents intelligents ? Le premier objectif de ces réflexions prospectives est de créer les conditions d'expérimentation d'une telle plateforme collaborative, entre les entreprises. Le second objectif est de fédérer les entreprises et leur écosystème autour d'une même ambition, qui est de réussir à tirer leur épingle du jeu dans le domaine de l'IA grâce aux savoirs et talents de la recherche académique française et des *start-ups* spécialisées en IA.

2. L'IA EMERGE NATURELLEMENT DE LA DIGITALISATION DES ENTREPRISES

Parmi les entreprises participantes au Cercle IA, un consensus se dégage autour de l'idée que l'IA émergera naturellement de programmes plus larges de digitalisation de l'entreprise, qui entraînent peu à peu une profonde révolution des usages. Les réflexions sur la qualité des données, les *data lake* etc. sont au premier plan, mais à la suite se pose la question de l'IA ou des agents intelligents. L'IA est en effet perçue comme l'aboutissement de la transition numérique des entreprises et, pour certaines, fait partie des axes de réflexions d'ici à 5 ans. Les entreprises ont bien conscience que cela sera un sujet majeur. Aux Etats-Unis et en Chine notamment, de nombreuses entreprises sont en avance par rapport aux pays européens. Cela oblige les entreprises françaises à s'adapter, et à relever des challenges de manière rapide et efficace.

2.1. DES NIVEAUX DE MATURITE DISPARATES : DES ENJEUX OPERATIONNELS PEU MAITRISES MAIS DE FORTS ENGAGEMENTS STRATEGIQUES

La plupart des entreprises développent surtout des projets autour de *l'analytics*. Pour certaines, l'IA n'est pas du tout une priorité métier. Quelques entreprises commencent tout juste à toucher l'IA au travers de la gouvernance des données, et la construction de *data lake*, mais sans être encore suffisamment « *data driven* » pour se lancer dans des projets d'IA. Le lien entre l'architecture des données et l'IA est également un axe fondamental sur lequel il y a encore tout à faire.

Depuis 2016 certaines entreprises témoignent pourtant arriver dans une nouvelle génération de projets empreints de tout ce dont nous parlons aujourd'hui : réalité virtuelle, internet des objets et intelligence artificielle. Certains exemples nous montrent que le sujet de l'IA peut être traité directement au plus haut niveau stratégique. C'est le cas d'une entreprise participante, qui travaille avec le comité exécutif Groupe autour d'une gouvernance de l'IA qui inclut robotique, réalité virtuelle et objets connectés embarquant de l'IA. Cette transition est possible car il y a eu en amont un programme *Big Data* visant à susciter l'intérêt des métiers. Une autre entreprise organise un séminaire interne sur le sujet pour en présenter les résultats au COMEX. Mais si, pour la plupart des entreprises, il n'y a pas réellement de gouvernance de l'IA à l'heure actuelle, c'est parce qu'il faut d'abord tirer les leçons des premières expérimentations (qui se font d'abord avec les *start-ups* ou quelques fournisseurs) avant de décider quelles seront les priorités stratégiques. Il faut de surcroît avoir monté l'environnement nécessaire (*data lake*) à ces expérimentations, et acculturer l'entreprise en commençant par des cas d'usage métiers. L'idée partagée néanmoins est que, même si aujourd'hui les organisations ne sont pas adaptées à l'arrivée massive des nouvelles technologies, il faut absolument lancer des initiatives (*big*

data, analytics, réalité virtuelle ou augmentée, IA...), notamment autour de systèmes de *machine learning* (systèmes décisionnels...) et de *bot* et/ou *chatbot*, pour par exemple réserver des salles de réunions, ou faciliter les requêtes sur un moteur de recherche.

2.2. DES PREMIERES EXPERIMENTATIONS PROMETTEUSES

La plupart des entreprises présentes ont pu partager leurs premiers cas d'usages sur l'IA, qui concernent tant l'entreprise en interne que le client externe. Les premières expérimentations portent par exemple sur les *bots*, qui font pour l'instant de la réservation de salle de réunion et qui peuvent encore aider les clients dans leurs requêtes sur les moteurs de recherche. Nous allons vers un monde où de plus en plus, les clients auront affaire à des IA directement (agents virtuels, *chatbots*, véhicules autonomes...). Certaines entreprises utilisent d'ores et déjà par exemple l'analyse d'émotions sur les réseaux sociaux sur des *verbatim* assez long-s, ou des *bots* sur l'après-vente pour faciliter les premiers contacts avec les clients et le traitement des dossiers après-vente.

D'autres ont déjà fait leur transition vers le *machine learning* en l'intégrant notamment à des systèmes décisionnels qui fournissent en temps réel des informations aux métiers. Un membre nous a fait part de plusieurs cas d'usage de l'IA qui commencent à se développer dans son organisation :

- Les premiers cas d'usage se sont tournés vers le pilotage interne de l'informatique sur des sujets comme la lutte contre la fraude, la cybercriminalité, ou la gestion des risques. Les métiers se sont alors intéressés à ces sujets et aujourd'hui il est question de mettre de l'IA dans la relation client avec une réflexion conjointe autour de la réglementation.
- Le deuxième type d'usage se focalise sur les plateformes : l'interface entre l'entreprise et les clients se fera *via* des plateformes de plus en plus simples et intuitives (c'est une étape supplémentaire aux applications qui sont trop nombreuses), avec des *bots*, *chatbots*, qui résolvent d'eux-mêmes des questions parfois très techniques. C'est un avenir proche.
- Cette entreprise commence à développer un *chatbot* qui va regrouper l'ensemble des services internes à l'entreprise. L'idée est de déclencher le même type d'usage chez leurs clients.
- Un autre programme est lancé sur une année concernant la robotisation de certaines tâches de *backoffice* : l'impact sociétal et managérial est considérable, il faut absolument anticiper ces problématiques pour ne pas mettre l'humain sur la touche.

Pour une autre entreprise, un programme « robotique et IA » a déjà été lancé depuis un an, au travers de *POC* et de quelques initiatives, avec des *start-ups* (notamment *Aldebaran Robotics*), avec un angle « robotique sociale », tournée vers les clients.

Finalement, l'IA rhabille un peu le concept de système expert avec plus d'algorithmique, permettant toujours plus l'amélioration des *process*, l'automatisation, facilitant le *reporting* et l'interaction clients *BtoB* et *BtoC*.

L'ambition pour la majorité des entreprises est d'accélérer l'adoption de l'IA dans l'entreprise mais de manière positive, en insistant bien sur le fait qu'elle devra être un soutien à l'humain, ou un moyen de reconversion et/ou d'amélioration des compétences. Car il ne faut pas oublier qu'il y a toujours deux dimensions dans le sujet de l'IA :

- Celle de l'homme augmenté avec l'*analytics*, l'aide à la décision, le *machine learning*
- Celle de l'homme remplacé avec des tâches entières de l'entreprise qui sont déléguées à la décision de robots intelligents.

Nous ne sommes pas encore à la phase de remplacement, mais plutôt à celle d'augmentation. Mais dans d'autres pays, sur certains secteurs on est déjà dans la phase de remplacement, par exemple dans des fermes de robots en Inde où les managers commencent à nouer des relations avec les robots comme avec des personnes. C'est un point de vigilance et il est préférable de bien délimiter en amont la frontière entre ces deux dimensions.

Pour résumer, même si la maturité des entreprises varie, la prise de conscience autour des enjeux de l'IA est bien réelle. Cela se traduit à différents niveaux : soit à un niveau stratégique qui permet d'esquisser les bases d'une gouvernance de l'IA dans l'entreprise, soit à un niveau plus opérationnel où l'IA est un service auquel on fait appel *via* diverses API, pour répondre à des besoins métiers. Nous allons voir comment concrètement l'IA peut se définir comme étant un « service à l'entreprise », en permettant d'améliorer certains processus mais aussi en proposant de nouveaux services, et comment l'entreprise s'organise autour de ces nouveaux enjeux.

3. L'IA AU SERVICE DE L'ENTREPRISE

Les premières expérimentations sur l'IA en entreprise se font souvent en R&D ou dans les départements d'innovation, dans des équipes souvent dédiées à l'analyse de données. Dans cette optique, la remontée des résultats à un niveau opérationnel est encore rare sauf pour les entreprises les plus matures, où la culture de la recherche en interne est déjà bien développée. C'est le cas par exemple d'Orange qui parvient à opérationnaliser l'IA tant en *front office* qu'en *back office*, en se fixant pour objectif premier d'améliorer les processus déjà existants.

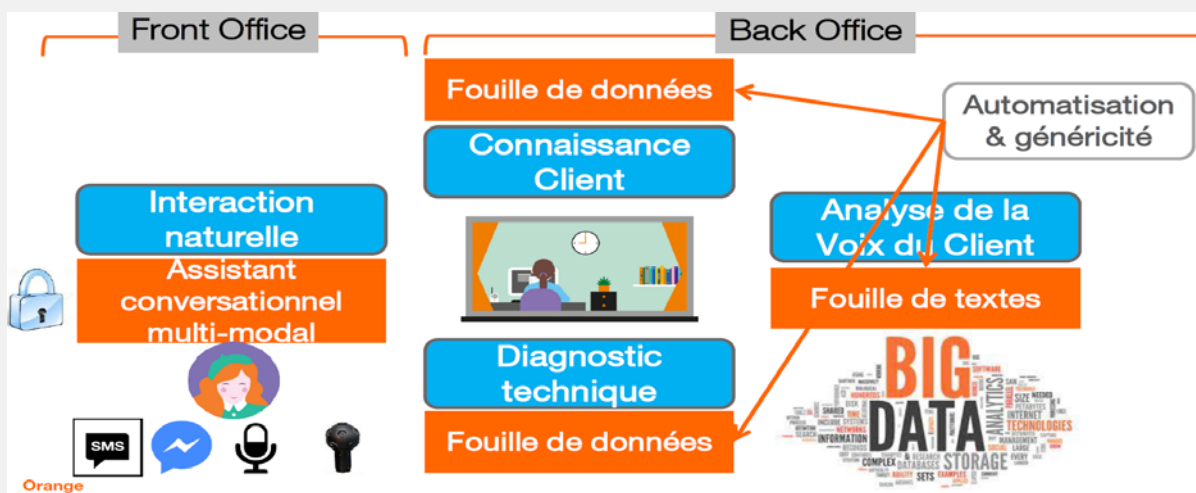


Comment la recherche en IA chez Orange Labs répond aux objectifs stratégiques et économiques de l'entreprise ?

Les enjeux de la recherche en IA chez Orange répondent bien à un objectif qui est d'optimiser la performance économique. L'IA, en permettant l'extraction de connaissances dans les données et l'optimisation des processus décisionnels humains ou automatiques, répond à des enjeux *business* forts. L'objectif est que l'IA serve la performance des infrastructures et des processus de l'entreprise, l'aide aux décisions stratégiques sur des modèles d'acteurs et

d'affaires, l'amélioration de la relation client ou encore l'innovation de services (puisque l'IA va inonder tous les services). Dans la relation client par exemple, l'IA sert deux approches :

- En *front office*, avec le déploiement d'agents conversationnels ;
- En *back office*, avec des outils d'IA permettant la fouille de données, de textes, et l'automatisation de certaines tâches.



Ces outils répondent à plusieurs finalités, dans divers uses cases :

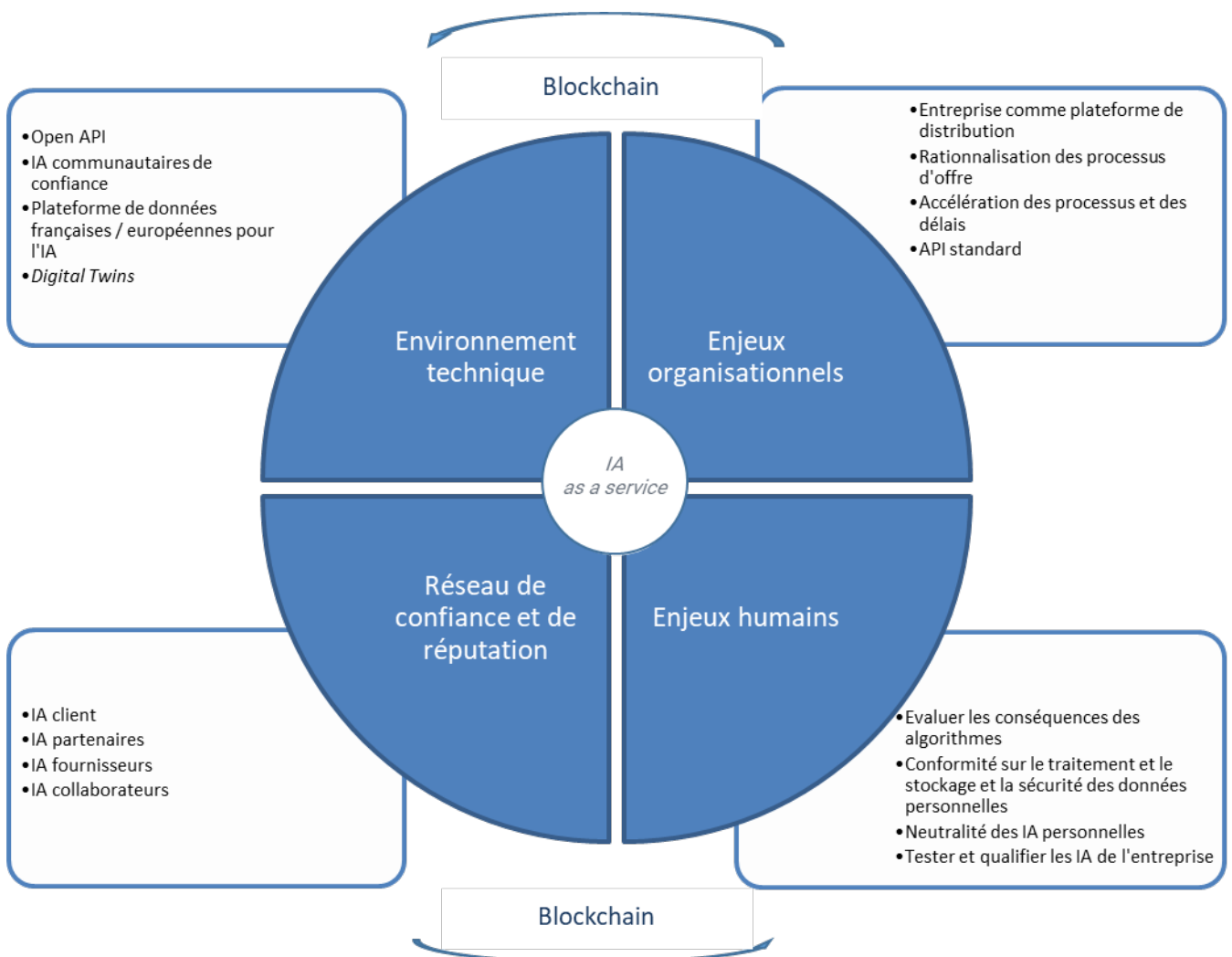
- Améliorer la connaissance client par rapport à des objectifs opérationnels précis, en comprenant ce qui plaît ou déplaît en fonction de ce que les clients disent aux téléconseillers ou sur les réseaux sociaux (par la fouille de texte), ou encore comprendre quels services ou offres sont les plus adaptées à telle ou telle catégories de client en fonction de leurs usages constatés grâce au *data mining*.
- Améliorer l'expérience client en simplifiant également les interactions entre Orange et ses clients avec des assistants conversationnels multimodaux (on peut envisager de mettre du visuel) pour par exemple apporter immédiatement des réponses aux questions les plus simples et ainsi limiter les temps d'attentes à la *hot line*.
- Rendre les réseaux et services encore plus fiables et sûrs - avec le *data mining* et les modèles prédictifs en détectant automatiquement les fraudes ou encore anticipant et diagnostiquant automatiquement des pannes de matériels.

Par ailleurs, les réseaux télécoms deviennent de plus en plus programmables et l'IA aura un rôle important pour en piloter les éléments informatiques. Sur les infrastructures 5G notamment, l'IA apportera une aide précieuse dans la gestion complexe du réseau.

Henri Sanson, Directeur du Domaine de Recherche Données et Connaissance chez Orange

3.1. LES ENJEUX DE L'« IA AS A SERVICE »

On voit de plus en plus émerger l'idée d'une « IA as a service » dans l'entreprise, c'est-à-dire une IA accessible depuis le *Cloud*, qui fournit des APIs qui permettent de faire des prototypes rapidement, autour de services liés principalement à l'*analytics*, la reconnaissance vocale, visuelle etc. L'IA se développe déjà ainsi de manière ponctuelle dans de nombreux métiers et fonctions. Si l'usage de l'IA as a service venait ainsi à se généraliser ou se systématiser, comment l'entreprise pourrait-elle s'organiser ? Les participants ont répondu à cette question en soulevant différents enjeux d'ordre technique, organisationnel, humain, et de réputation avec cette représentation schématique ci-dessous :



Source : CIGREF

Tout d'abord, l'entreprise doit monter un environnement technique souple et adapté à l'usage systématique de l'IA, en favorisant notamment l'open API, mais aussi en mettant en place des *digital twins* c'est-à-dire des modèles qui analysent en temps réel les données issues de divers capteurs (dans le contexte de l'*Internet of Things*). L'IA peut ainsi piloter et gérer un ensemble

d'interactions venant de diverses technologies, en prenant en compte les logiques Big Data et de sécurité.

Il faut également trouver les bons acteurs avec lesquels collaborer afin de monter un réseau de confiance entre les IA qui vont se « parler » au sein de l'entreprise (entre les métiers / fonctions) mais aussi en dehors (avec les clients, fournisseurs etc.). Intégrer les compétiteurs fait partie du champ de vision.

Les aspects organisationnels sont plus complexes à imaginer. Ils feront l'objet de futures réflexions du Cercle IA. Mais l'idée selon laquelle l'entreprise ne deviendra à terme qu'une plateforme de distribution pilotée par des systèmes d'IA en interaction permanente, sera particulièrement intéressante à analyser plus en détail.

Enfin il faudra prendre en compte tout au long des processus les enjeux humains qu'impliquerait la généralisation des IA dans les modèles d'affaire. Pour sécuriser l'ensemble de ces processus, le recours à la *Blockchain* a souvent été recommandé par les participants. Cela va de pair avec l'idée d'une IA centralisée qui soit accessible aux responsables de chaque entité afin de vérifier le parcours des IA et corriger les éventuelles erreurs.

Selon Christophe Bourguignat et Damien Philippon, CEO et COO de Zelros, intervenants au Cercle IA, l'IA aujourd'hui est extrêmement manuelle mais cela fait partie du jeu. On peut mettre en place un futur *process* de bout en bout pour ensuite l'automatiser. C'est le cas par exemple de l'assistant vocal *Jaam* : on peut demander à *Jaam* les « bons plans » par sms et ce sont bien les humains derrière qui collectent de l'information qui va permettre d'entraîner l'IA.

L'IA pour l'automatisation du *data mining*

La préparation des données prend 80% du temps des équipes sur un projet de *data mining*. Il faut tout de même faire une présélection, mais chez Orange, nous avons mis en place un outil qui prend une base de données avec un schéma multi-table, et cela nous fournit un modèle prédictif. En termes de gain de temps pour la mise au point d'outils d'aide à la décision pour le *marketing* ou pour la détection de fraude, l'apport est immense. Même au niveau de la communauté scientifique c'est un thème innovant.

Henri Sanson, Directeur du Domaine de Recherche Données et Connaissance chez Orange

Le fait de ne pas avoir de données à sa disposition n'est pas non plus dramatique : on peut très bien entraîner un réseau de neurones sur des banques de données externes (par exemple « image.net ») puis l'appliquer à un cas particulier. Par ailleurs le *machine learning* n'est pas la seule « star » de l'IA, il y a aussi :

- Le *transfer learning* : c'est la capacité d'un système à reconnaître et appliquer des connaissances et des compétences, apprises à partir de tâches antérieures, sur de nouvelles tâches ou domaines partageant des similitudes.
- L'*active learning* : quand le réseau ne sait pas, ne connaît pas la réponse, il demande à l'humain.

L'IA n'est pas la fin du travail, mais l'émergence d'une nouvelle partie de l'humain. Il est intéressant de voir que notre sens du jugement sera certainement plus sollicité ainsi que notre empathie car nous serons plus disponibles.

Afin d'illustrer très concrètement cette idée d'IA *as a service*, les participants ont choisi de travailler sur un cas d'usage autour de l'implémentation d'un *chatbot* dans les RH.

3.2. FOCUS SUR UN CAS D'USAGE : LE CHATBOT DANS LES RH

3.2.1. Approche globale

Le Cercle IA a choisi de prendre ce cas d'usage car il est générique à toutes les entreprises quel que soit leur secteur d'activité. Cet exemple d'implémentation d'un *chatbot* dans les RH (ressources humaines) exige une approche double :

- Du point de vue du collaborateur : il s'agit avant tout de s'interroger sur la perception du collaborateur quant à l'introduction de ce nouveau type d'outils et d'usage avant de concrétiser quoi que ce soit, et de se fixer comme objectif de réduire les tâches chronophages à faible valeur ajoutée
- Du point de vue de la Fonction RH : il s'agit de voir le *chatbot* comme un outil pour décharger les RH de toutes les tâches procédurières, chronophages et répétitives.

Le *chatbot* peut se structurer sur deux niveaux :

- Il peut être entièrement autonome et/ou géré par un prestataire externe, il a une fin en soi prédéfinie et n'est pas modifiable par l'homme
- Ou bien, il peut être hybride, c'est-à-dire avoir besoin de l'homme pour apprendre et s'améliorer ; il faut envisager dans ce cas une solution souple et modelable par des développeurs internes ou externes. Il faudra également s'interroger sur les données structurées et de qualité sur lesquelles le *chatbot* pourra s'appuyer.

Les facteurs de réussite se vérifient par l'usage fréquent d'API, et le remplacement des interfaces graphiques.

Le périmètre d'un *chatbot* dans les RH pourra englober par exemple :

- Le catalogue des formations
- La réglementation RH (avec une dimension internationale)

- La gestion de la mobilité interne, englobant la dimension juridique également, s'il est question de voyage à l'étranger par exemple
- La gestion des CE - congés - mutuelle
- Le recrutement de personnels internes : on pourra commencer l'expérimentation en explorant d'abord la recherche d'alternants ou de stagiaires.

Pour mettre en œuvre le *chatbot*, il y a plusieurs points d'attention à prendre en compte : tout d'abord, il est recommandé de commencer par un sujet bien cerné, modeste et structuré pour éviter un éventuel désappointement de la part des collaborateurs si les résultats ne sont pas à la hauteur des ambitions formulées dès le départ. Ensuite, il faut savoir identifier précisément les risques liés à l'usage du *chatbot* notamment pour des questions d'accès à des données confidentielles. Il faudra donc prendre les dispositions nécessaires pour que seules les personnes habilitées puissent avoir accès à ce type de données confidentielles : savoir authentifier la personne qui dialogue avec le *chatbot* doit pouvoir alors rentrer dans les mesures de sécurité à mettre en œuvre concernant l'information transmise par le *bot*.

3.2.2. Opportunités et risques

Le groupe de travail a identifié certains risques liés à l'implémentation de *chatbot* dans les RH, qui nécessitent de s'interroger sur plusieurs aspects d'ordre culturel, organisationnel et technique. En premier lieu, concernant les **risques culturels et humains**, introduire un agent conversationnel peut être vu comme un intermédiaire de plus dans les processus, qui peut occasionner une possible perte dans la qualité relationnelle avec les collaborateurs ou avec les parties prenantes. Si le service est mal conçu, il peut également y avoir une perte de leur engagement. Il faut donc s'interroger sur le bénéfice que cela apporte au client interne. Il y a aussi un possible risque de « déprofessionnalisation » du personnel, ou d'appauvrissement des connaissances initiales, en donnant à la machine le monopole de la connaissance exhaustive. Il y a donc un équilibre à trouver dans la délégation des connaissances, qui doit se penser en amont de l'implémentation de la solution.

Concernant les **risques organisationnels**, le positionnement de la DSI en entreprise est un point central : il y a en effet toujours un risque qu'elle soit hors-circuit, notamment à cause du temps de mise en œuvre de la solution, mais la DSI a un rôle important de sécurisation et d'architecture, et il peut être dommageable de ne pas la consulter. Il y a également un risque fort de dépendance vis-à-vis de certains fournisseurs : il faudrait faire des expérimentations avec différents fournisseurs afin de trouver la solution la plus adaptée au contexte de l'entreprise.

Concernant les **risques techniques**, il conviendra de faire attention à l'usage de la donnée RH, concernant notamment l'impact de la nouvelle réglementation européenne sur la protection des données personnelles (GDPR) : collecte des données, consentement à recueillir, *privacy by design* etc. Il faut également savoir sur quoi repose le paramétrage du système d'IA sur lequel

repose le *chatbot*, et quelle visibilité en a l'entreprise si elle passe par un fournisseur/prestataire. Il y a une vraie problématique d'accès aux données. En effet, si l'entreprise possède encore de vieux systèmes, il sera compliqué d'assurer la fraîcheur de l'information, l'accessibilité des données, leur exploitation mais aussi l'industrialisation. Par ailleurs, si le *chatbot* n'est pas suffisamment « intelligent », autrement dit, si son système de *machine learning* n'est pas au point (ou s'il n'en possède pas), le *chatbot* sera perçu comme apportant peu de valeur à la relation.

Les systèmes de *machine learning* posent aussi des enjeux spécifiques :

- Concernant la transparence et la traçabilité des informations : il faut réussir à retracer l'ensemble des dialogues pour déceler d'éventuelles erreurs du *bot*
- La notion de confidentialité pour un *chatbot* doit être détaillée : doit-elle être menée sur la base de la source des données ? Cette source peut-elle être publique, comme c'est le cas avec les données publiées sur des réseaux LinkedIn ou Viadeo ? Et jusqu'où croiser ces sources ? Enfin, quelles sources de données s'autorise-t-on à intégrer dans les *chatbots* internes ? Il convient de traiter ces questions conjointement avec le département juridique de l'entreprise, voire la commission de déontologie ou d'éthique s'il en existe une
- L'entreprise n'aura en général pas la main sur le langage naturel des programmes. Or le *chatbot* doit aussi pouvoir s'ouvrir à l'international, pouvoir converser dans de nombreuses langues, avec des bases de connaissances localisées dans différents pays (qui n'ont pas le même code de travail etc.) et des secteurs spécifiques. Il est donc intéressant d'avoir en interne ses propres développeurs qui pourront adapter la solution au contexte de l'entreprise.

Si tous ces risques sont bien traités et anticipés, les opportunités du *chatbot* seront multiples et intéressantes pour toute la fonction RH : le *chatbot* pourra notamment assurer une meilleure continuité dans la relation avec les collaborateurs, décharger les RH de toutes les tâches à faible valeur ajoutée, et favoriser la mise à jour des bases documentaires. L'idée étant bien de limiter au maximum l'augmentation de l'homme pour ne pas avoir à baisser les effectifs. Implémenter un *chatbot* donne aussi l'opportunité de revaloriser la fonction RH en permettant par exemple :

- Une meilleure gestion des pièces administratives
- Une aide à l'évolution de carrière et à la formation
- Une aide au recrutement / prospect : il faut pour cela de l'aléatoire dans l'apprentissage machine, c'est-à-dire qu'elle permette d'ouvrir les horizons, plutôt que de se cantonner uniquement aux standards « classiques » des critères de recrutement
- De faciliter la détection et la rétention des talents
- De simplifier l'accès aux données RH d'une manière générale
- De faire en sorte que le personnel RH se concentre sur les rendez-vous qualifiés.

Par ailleurs, le *bot* peut aussi se rattacher au positionnement stratégique de l'entreprise en facilitant les processus en interne, voir en B to B.

3.2.3. Recommandations

Les recommandations formulées par le groupe de travail sur l'implémentation d'un *chatbot* dans les RH sont les suivantes :

- **Traiter en amont la problématique d'accès aux données en interne**
- **Avoir des corpus de données les plus pertinents possible**
- **Former et accompagner les RH** : l'expertise humaine RH doit être capable d'évaluer les réponses pour que le moteur de *machine learning* soit de plus en plus pertinent dans la gestion de parcours
- **En profiter pour se reposer la question de la finalité RH**, centrée sur la qualité de la relation humaine, le dialogue
- **Inscrire la démarche dans la stratégie de l'entreprise**. Il faut voir le modèle économique qu'il y a derrière l'implémentation d'une telle solution, voire calculer le retour économique et la valeur apportée à l'employé
- **Commencer modestement**, faire des auto-évaluations en interne, puis avoir des ambitions croissantes. Il faut savoir ce que l'on attend précisément de cette solution, puis mesurer les résultats
- **Choisir un système qui puisse évoluer dans le temps**, capable de répondre à d'autres questions, de continuer son apprentissage. Le *machine learning* a tendance à donner des réponses banales, or il faut aussi pouvoir proposer des alternatives disruptives
- **Prendre en compte la notion d'agilité de la solution** : on ne pourra inclure d'autres avis au fil du temps par rapport au produit, l'améliorer, le mettre à jour, s'il n'y a pas d'agilité
- **Impliquer la DSI**, l'intégrer le plus en amont possible et trouver le fonctionnement qui va lui permettre de suivre une méthode agile (prototype, pilote...)
- **Traiter les problématiques juridiques en amont**, dès le stade de *POC* (intégrer des scénarios, expliciter les moyens de « transparence » des algorithmes par exemple)
- **Organiser la réflexion éthique** autour de l'acceptabilité des collaborateurs, l'accompagnement du changement, le suivi de l'apprentissage machine, l'évaluation des sources publiques de données et de leurs croisements, leur confidentialité. Il faut notamment :
 - Avoir la possibilité d'arrêter le *chatbot* (s'il y a des erreurs surtout, il faut savoir les repérer et stopper le fonctionnement du *chatbot*)
 - Traiter les questions de transparence et de traçabilité : il faut pouvoir retracer tout le dialogue
 - S'interroger sur les conditions d'exploitation des données publiques de candidats sur Viadeo, LinkedIn voire Facebook
- **Limiter au maximum l'augmentation de l'homme** pour ne pas avoir à baisser les effectifs.

Jusqu'ici nous avons principalement évoqué l'IA sous l'angle de services au travers d'API standard. Mais pouvons-nous aller plus loin en imaginant par exemple que les entreprises vont s'orienter de plus en plus vers des solutions multi-agents et devront donc superviser une véritable gouvernance autour de l'IA ? Cette hypothèse, qui nous vient d'une contribution de Christelle Launois et de son travail de prospective au sein de la Société Générale, suppose que les entreprises pourront dans un futur proche interagir avec leur écosystème au travers de leurs agents intelligents personnalisés. Ceux-ci seront très certainement généralisés à l'ensemble de la société où tout le monde aura son propre assistant intelligent, capable de lui rendre un maximum de services de la manière la plus simple possible, en ayant recours au moins d'intermédiaires possibles. Mais pour qu'ils fonctionnent, il faut qu'ils aient un terrain d'entraînement, ouvert sur le monde. D'où l'idée d'une plateforme inter-entreprises qui permette cet apprentissage constant. Voici les questions prospectives que le Cercle IA s'est posées afin de formuler des hypothèses susceptibles d'orienter la vision stratégique des entreprises. Les résultats de ce travail ont mené à des recommandations et orientations pragmatiques.

4. LE PARADIGME DES SYSTEMES MULTI-AGENTS : COMMENT EXPERIMENTER LES INTERACTIONS ENTRE AGENTS INTELLIGENTS ?

Comprendre les mécanismes de transformations internes liés à l'implémentation de systèmes d'IA, que ce soit des agents conversationnels dédiés à des tâches très spécifiques dans certains métiers, ou des systèmes de *machine learning* qui répondent à des enjeux plus transversaux dans l'entreprise, nécessite de passer d'une bonne gestion des données à une bonne gestion des interactions entre elles. Pour cela la collaboration des entreprises sur des expérimentations au travers de modules *open source* permettrait de répondre en partie à des enjeux à la fois opérationnels et stratégiques autour du développement d'agents intelligents.

4.1. IMAGINER DES CONDITIONS D'EXPERIMENTATIONS INTER-ENTREPRISES ?

Pouvons-nous faire émerger une plateforme d'expérimentations inter-entreprises des différents usages d'agents intelligents ? Et ainsi accélérer les usages de l'IA des entreprises pour mieux faire face aux géants américains et chinois ? L'idée commune qui émerge des travaux du Cercle IA est que si les entreprises travaillent ensemble, en collaboration ou en coopération sur un tel projet autour de l'IA, elles seront plus rapides et plus performantes.

4.1.1. De nouveaux modèles d'affaire collaboratifs autour de l'IA

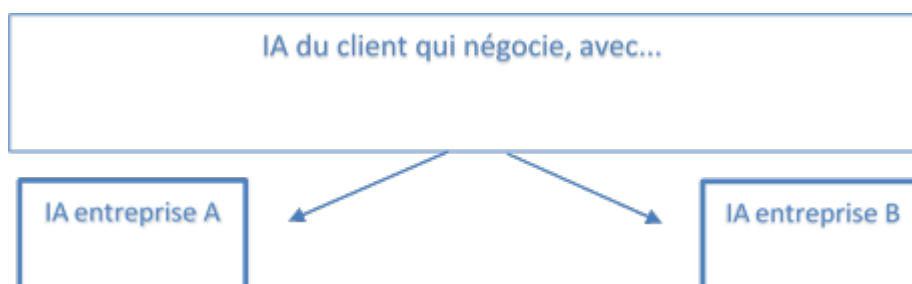
La collaboration entre des entreprises et des entités tierces est déjà un modèle en plein essor. Prenons par exemple l'*Open Banking* qui permet, par un processus « d'APIsation » des SI des

banques, de rester compétitifs face aux nouveaux entrants comme les *Fintechs*. Il en va de même avec l'IA. Si les agents intelligents deviennent le nouveau paradigme, il va falloir anticiper l'ouverture des SI et les modes qui leur permettront d'interagir avec le reste de l'écosystème, y compris avec les propres compétiteurs de chaque secteur.

L'une des sessions du Cercle IA fut consacrée aux scénarios prospectifs, et les résultats des ateliers ont mené à des éléments très concrets de transformation. En 2022, le scénario pourrait être que de nombreux utilisateurs possèdent un « double » numérique « intelligent » avec lequel ils interagiront en permanence et qui les aidera à accomplir les tâches quotidiennes, sans aucun biais commercial. Par exemple, si une IA propose à son utilisateur de partir en vacances (en fonction de son emploi du temps, de ses congés disponibles etc.), elle pourra :

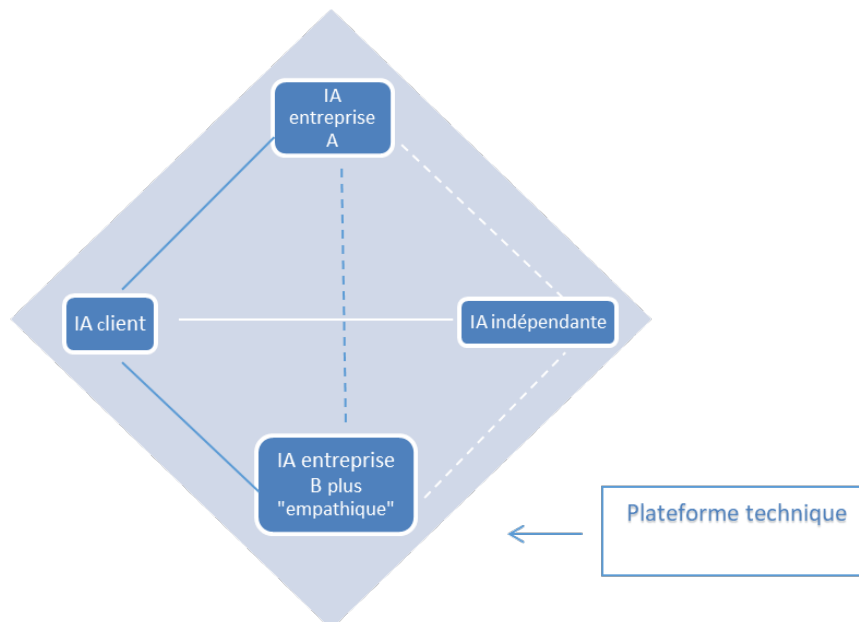
- Lui suggérer plusieurs destinations, en fonction de variables diverses, comme les préférences de la personne, la météo etc.
- Lui proposer un *timing* prenant en compte les membres de la famille
- Vérifier la capacité financière du client
- Assurer la logistique (réservation du vol, de l'hôtel, voire des visites sur place...)
- Anticiper certains besoins
- Proposer des choses que la personne aime faire mais aussi des choses inattendues
- Détecter ce qu'est le « bon » moment pour faire ses suggestions
- Prendre en compte les préférences, et proposer les bonnes affaires.

Mais la question cruciale qui se pose alors est de savoir comment gérer les biais et être sûr que l'IA défend vraiment les intérêts du client. C'est l'importance du *rating*, c'est-à-dire de définir des critères d'évaluation qui permettent de mesurer que les IA atteignent bien leurs objectifs et ce, de manière éthique. L'IA doit en effet avoir les valeurs de l'entreprise, des connaissances mais aussi de l'empathie : pour cela il faut les entraîner. Les entreprises devront tester et expérimenter les interactions entre agents intelligents et clients pour éviter une focalisation commerciale qui enlèverait tout l'intérêt d'une interaction qui nécessite par définition de l'empathie. Il faut assurer et évaluer la neutralité de l'interaction. Pour cela, il faudra par exemple que l'agent intelligent puisse négocier pour le compte du client vis-à-vis de différents fournisseurs (y compris des indépendants et/ou partisans de l'*open*) et comparer leurs offres de manière objective :



Source : CIGREF

Qu'est-ce qui fait que l'IA du client va choisir l'entreprise A ou l'entreprise B sachant que leurs offres et leurs tarifs sont similaires ? Il y a peut-être des différences liées à la qualité du service, une prestation sur un service en particulier, une attention spécifique, qui fait que le client préférera son interaction avec l'entreprise B plutôt que l'entreprise A.

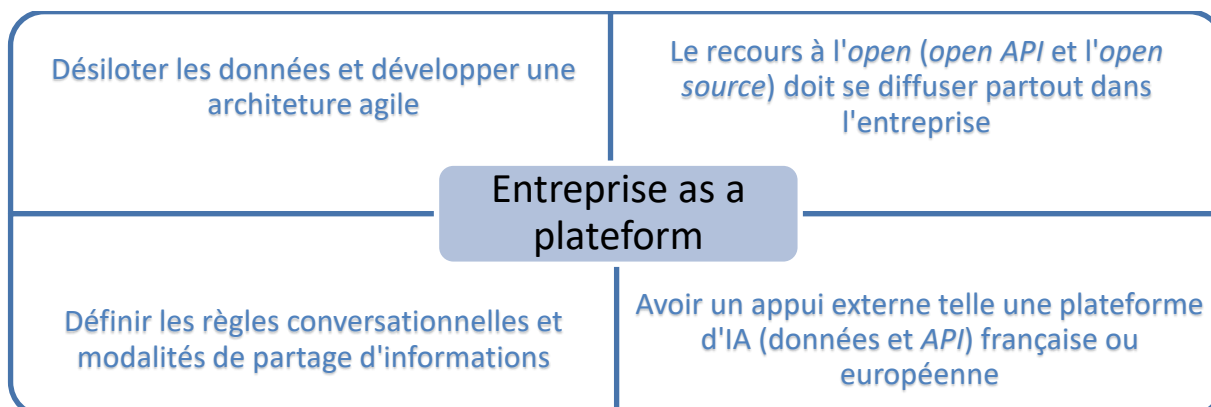


Source : CIGREF

Pour rester compétitifs, les comportements collaboratifs devront donc se développer. Il y aura des offres communes qui permettront d'être plus facilement sélectionné par une IA. La meilleure offre pour le client reposera peut-être sur une offre combinée d'une entreprise A et d'une entreprise B. Ces acteurs devront alors échanger des données pour répondre de façon conjointe, d'où l'intérêt de travailler dès maintenant ensemble. Il est intéressant aussi de savoir distinguer deux aspects de l'IA : l'un autour du « *Run* » (qui fait gagner du temps) et l'autre autour du « *Change* » ou « *Surprise me* » (qui va proposer des alternatives disruptives, qui surprennent). En termes de services, il est essentiel de prendre en compte cet acte relationnel de « *surprise me* ».

4.1.2. Comment monter un environnement SI adapté ?

Pour comprendre les enjeux SI autour du support technique lié à cette expérimentation, les participants ont développé l'idée d'une plateforme d'interaction qui pourra être un moyen pour supporter les communications entre IA. Le Cercle IA a donc exploré cette possibilité en analysant les enjeux techniques et opérationnels du déploiement d'une telle plateforme.



Source : CIGREF

La question des données est le point de départ. Pour l'entreprise, construire son propre agent intelligent demande déjà d'avoir des données. Mais encore faut-il que celles-ci existent et qu'elles soient de qualité. De plus, avant de parler d'interaction entre agents intelligents, il faut déjà traiter la problématique d'interactions entre les données dans les entreprises, qui ne se parlent déjà pas beaucoup. L'architecture des entreprises doit donc être remise en cause sur ce point. Il faut une certaine agilité, car il faudra mettre à disposition de ces agents intelligents les données et métadonnées qui leur permettront de s'initier voire d'adapter leurs comportements en fonction des situations.

Les enjeux liés à l'interaction, au langage et à la communication entre ces agents deviennent la priorité suivante. Il faudra nécessairement créer une norme ou un standard pour avoir un langage commun entre les IA, afin qu'elles puissent dialoguer entre elles. Le problème qui se pose avec l'interaction est le suivant : l'IA d'une entreprise pourra-t-elle parler directement à une IA d'un géant du web telle qu'Alexa, ou bien l'entreprise devra-t-elle obligatoirement passer par des API ? Pour éviter à nouveau ce type de dépendance, il faudrait que les entreprises créent un référentiel commun en identifiant à un premier niveau leurs besoins pour développer leurs propres agents intelligents.

Ensuite se pose la question opérationnelle de savoir comment construire et implémenter un référentiel commun pour favoriser la collaboration entre ces agents intelligents. Car si aucun standard n'est établi, le risque est que les IA des entreprises ne communiquent qu'avec les IA qui les intéressent, et on tomberait vite dans l'effet « caisse de résonance ». Il faudrait que les grandes entreprises promeuvent une logique d'*open source*. Ainsi, si une entreprise prend en *open source* un socle à développer et qu'une autre prend un autre socle, elles iront plus vite, et seront toutes sur un pied d'égalité ce qui limitera *a minima* les monopoles. Elles pourront ensuite se baser sur cette mémoire commune *via* des mécanismes de types *blockchain*.

Plus l'entreprise est ouverte, plus elle proposera d'API. Mais si le fait d'ouvrir les API des entreprises facilite l'accès au marché, l'entreprise se met aussi en risque en termes de

désintermédiation. Il peut alors y avoir une approche gratuite puis une approche *premium* qui permette de filtrer l'entrée. La *blockchain* serait un bon moyen de sécuriser les Open API¹.

Les moyens pour parvenir à un standard *via* des collaborations peuvent reposer sur des consortiums d'entreprises autour de *uses cases* pour commencer. Certains affirment cependant qu'il n'est pas nécessaire de concevoir une plateforme pour cela, que l'enjeu est surtout de standardiser un langage, à travers des consortiums.

En termes de sécurité, la plateforme devra intégrer des règles qui devront être immuables sur les questions de respect des lois et d'éthique. Quand les IA pourront effectivement communiquer entre elles, il faudra qu'elles sachent ce qu'elles peuvent transmettre comme informations et ce qu'elles ne peuvent pas transmettre en termes de confidentialité notamment. On pourra s'inspirer du domaine de la santé qui publie des patterns anonymisés, à partir desquels on peut tirer des informations certes génériques mais intéressantes.

Monter un environnement SI adapté à une plateforme d'IA

Pour monter un environnement SI adapté à une plateforme d'IA (pour expérimenter des agents intelligents), le SI doit être plus ouvert, plus connecté entre partenaires. La solution envisagée serait de travailler en open API.

Pour permettre ces échanges entre partenaires, il faudra prévoir comment et à partir de quelles données les agents interagiront. Cela déterminera le niveau de fonctionnalités minimales pour garantir un échange d'informations entre agents, de comportements empathiques et éthiques. Le reste des informations constituera la marge de manœuvre de chaque partenaire en termes d'avantage compétitif, le temps de l'apprentissage des intentions réelles des agents et de découverte de la porosité de la représentation de l'agent en lui-même.

Pour penser et piloter l'entreprise *as a platform*, il faut définir les règles conversationnelles entre agents : définir les modalités, les comportements et les règles d'éthique.

Christelle Fouquiau, Innovation Project Manager - Société Générale

¹ Une Open API (ou API ouverte), parfois appelée API publique, est une interface de programmation d'application (*Application Programming Interface*) qui permet au développeur d'accéder à une application logicielle propriétaire par voie de programmation. Elles sont publiées sur Internet et partagées gratuitement. Source : <http://www.lemagit.fr/definition/API-ouverte>

La DSI aura un rôle majeur dans cette collaboration en étant garante de la bonne orchestration de ces projets :

Le rôle de la DSI dans la « transition intelligente »

Piloter une plateforme d'interaction en IA pour expérimenter des agents intelligents n'est pas une problématique auto-centrique au sein d'une DSI. La DSI, pour piloter des solutions multi-agents, doit s'organiser et collaborer avec des entreprises partenaires.

Le paradigme des systèmes multi-agents doit être déterministe et doit être en mesure de grandir avec les entreprises partenaires. Il est donc essentiel d'avancer rapidement ensemble pour imposer un certain référencement de notre dispositif multi-agents. La collaboration pourrait alors s'effectuer jusqu'à la répartition des modules *Open Source* en Open API à développer. Ainsi l'ensemble des partenaires pourrait faire face également à la rareté des compétences, sans atteindre un oligopole de certaines connaissances dans quelques entreprises.

Il est nécessaire pour survivre d'être proactif en imposant notre standard de solutions *Open Source*, et d'assurer ainsi un certain référencement au niveau d'organismes de notation indépendants de solutions multi-agents. Ce référencement pourrait alors apprécier notre regard vigilant en termes de comportements et de règles d'éthique à adopter entre les dispositifs multi-agents. L'enjeu sera alors la capacité des partenaires de garantir la bonne application des règles définies grâce à des solutions *blockchain* ou autres. Il est important d'expérimenter ce nouveau dispositif.

Christelle Fouquiau, Innovation Project Manager - Société Générale

4.2. LES DEFIS A RELEVER

Comment commencer à travailler sur ces interactions aujourd'hui ? On pourra commencer par des ateliers prospectifs en interne, pour sensibiliser déjà les métiers à ces enjeux, mais on peut aussi entrer dans le vif du sujet :

- **En commençant par faire des expérimentations pour faire émerger ce caractère empathique dans l'interaction** : il faut des partenaires et il faut déjà identifier les plus pertinents. Il faut des équipes pluridisciplinaires, avec des personnes qui connaissent les métiers, mais aussi des experts en SI, qui sont parfois en R&D.
- **Promouvoir de la R&D coopérative entre entreprises**, dans les travaux communautaires et de recherches.

- **En mettant en place un socle technique adapté** : il nous faut des agents, et peut-être même des architectures multi-agents. Il faut commencer à modéliser le paradigme de l'empathie.
- **En développant une plateforme d'interaction** : il faut être plusieurs pour expérimenter ces interactions, comme susmentionné, une entreprise ne peut pas faire toute seule une plateforme dans son Lab.
- **En arrivant dès aujourd'hui à convaincre en interne et poser un *framework* pour pouvoir délivrer ces expérimentations en production rapidement**. Car aujourd'hui il n'y a pas de budget dédié.

Dans ce contexte les entreprises devront répondre à plusieurs défis : tout d'abord, elles doivent relever celui du passage à l'industrialisation. En 2017, les entreprises font déjà des expérimentations de *bots* en interne, mais il faut voir plus large : pour interagir avec les acteurs, il faudrait que tout le monde ait ces services exposés en mode API, accessibles pour communiquer et se rendre des services. Il faut également réussir à transmettre l'ADN de l'entreprise aux agents intelligents. L'IA des entreprises doit refléter l'entreprise. Si l'entreprise a une image, des engagements vis-à-vis des clients, des promesses relationnelles, il faut absolument que l'IA les englobe. Enfin, il faut avoir accès à la puissance de calcul disponible et remodeler l'organisation des SI.

La question de la puissance de calcul et des GPU

Orange a une entité en Californie qui travaille entre autres sur les GPU. Il y a une course à l'armement en termes de puissance de calcul. Avec une machine GPU on gagne un facteur de 15 / 20 sur la vitesse d'exécution. Orange a une machine dans le top 500 des machines les plus puissantes du monde et qui est testée sur quelques cas d'applications. Aujourd'hui, il y a des apprentissages qui durent 30 jours, mais on pourra passer à 3 jours avec des machines à 20 GPUs. Il faut cependant que le code soit capable d'exploiter ces multiples GPUs, ce qui passe par des langages de programmation spécifiques. Nvidia reste le leader sur ce point.

Henri Sanson, Directeur du Domaine de Recherche Données et Connaissance chez Orange

L'expérimentation d'une telle plateforme reste pour l'instant un sujet prospectif. Mais les avancées de la recherche en IA montrent que la notion d'agent devient de plus en plus prégnante dans les expérimentations. Si les agents intelligents deviennent bien le nouveau paradigme, la collaboration des entreprises avec la recherche semble vitale pour le développement des futurs possibles autour de l'IA. C'est après un bref état de l'art sur la façon dont les entreprises collaborent aujourd'hui avec la recherche en IA, que nous développerons plus en profondeur la notion d'agent du point de vue de la recherche.

5. LES APPORTS DE LA RECHERCHE EN IA

Les progrès de la recherche en intelligence artificielle sont considérables. L'excellence académique française en mathématique et algorithmique offre un terreau fertile et exceptionnel pour notre économie. Les partenariats qui sont noués avec les entreprises donnent les moyens nécessaires à la recherche pour expérimenter ces technologies, mais ces collaborations sont trop modestes et doivent encore se développer.

5.1. COMMENT LES ENTREPRISES COLLABORENT AVEC LA RECHERCHE EN IA ?

La maturité des entreprises est assez disparate en termes de collaboration avec la recherche en IA. Pour certaines entreprises, la recherche en IA en interne n'en est qu'à ses premiers balbutiements. Certains départements de recherche en entreprise ont plutôt tendance à s'appuyer sur des *startups* spécialisées en IA en externe, alors que d'autres technologies comme l'IoT (*Internet of Things*) sont déjà internalisées. Tandis que d'autres entreprises, dans des départements orientés innovation et numérique, font beaucoup d'*open innovation* en collaborant notamment avec des académiques (le CEA par exemple) et des thèses CIFRE.

Pour les entreprises les plus matures, il y a déjà de nombreuses équipes opérationnelles qui travaillent sur les *chatbots* et le *data mining* par exemple. Il y a des centres de R&D qui se concentrent à la fois sur de la recherche technologique pure mais aussi sur de la recherche orientée usages et services. Pour d'autres, la recherche se concentre surtout sur les technologies de *machine learning* voire de *deep learning*, en nouant des partenariats avec les *startups* de la *French Tech* et en faisant beaucoup d'investissements de personnes sur des *meet-up* dédiés.

En termes de collaboration avec la recherche, les méthodes sont assez classiques : d'une part, il y a de la recherche partenariale, parfois sans flux financiers ce qui permet de mettre en visibilité certaines technologies de l'entreprise. D'autre part, il y a la possibilité de passer par des contrats de recherche externe où l'entreprise finance des laboratoires de recherches académiques. Beaucoup d'entreprises sont présentes sur des projets collaboratifs. Sur l'IA, Orange a par exemple un projet collaboratif en langage naturel et deux relatifs à l'IA pour le pilotage des réseaux. Ils ont également mis en place un fonds d'investissement spécialisé sur les *start-ups* appelé *Orange Digital Ventures*.

De nombreuses entreprises s'appuient sur des écosystèmes type *start-ups* ou *open source*. Ces organisations font très peu d'IA en interne, mais plutôt du *Big Data* de manière assez peu coordonnée. La plupart des entreprises semblent être aujourd'hui davantage sur des problématiques de levées de fond, et d'intégration de *start-up* et de compétences. Il faut parvenir à une compréhension fine au niveau managérial de la nécessité de travailler avec le monde extérieur. Avant de passer sur le domaine universitaire, certaines entreprises préfèrent

en effet travailler d'abord avec la CNIL, la Ligue des Droits de l'Homme, et les travaux du Parlement européen sur les aspects éthiques. La démarche est, dans ce cas, de poser d'abord un cadre d'usage de l'IA avant de l'intégrer opérationnellement.

Pour résumer, la recherche en IA se fait davantage avec des *start-ups* spécialisées et certains grands fournisseurs. La majorité des entreprises est encore très loin d'aller véritablement sur une logique d'expérimentation en associant notamment des académiques.

Pourtant nous sommes bien aujourd'hui dans l'impériosité de peser face aux mastodontes (GAFA² et BATX³ notamment), car le risque est que nous allions vers l'assèchement de l'excellence académique française, comme en témoigne David Sadek, Directeur de l'Institut Mines Telecom lors d'une intervention au Cercle IA. Les chercheurs d'excellence sont absorbés par les multinationales, à cause des salaires et des conditions de travail (le lien entre performance et condition de travail, incluant la dimension du bien-être en entreprise, est prouvé aujourd'hui). Selon Nathanaël Ackermann, intervenant lors d'une réunion du Cercle IA, la France se trouve en 3^{ème} position en nombre de publications sur l'IA, et 1000 étudiants sortent de masters spécialisés en IA chaque année. La France a un niveau de compétence élevé, mais il y a une fuite des cerveaux. Il faut donc sensibiliser les étudiants en montrant qu'il se passe des choses en France, rapprocher les entreprises avec les laboratoires de recherche de toutes les façons possibles, avoir des programmes d'attractivité de rétention des talents, et avoir une vision européenne. Il faut encore plus de mathématiciens et de développeurs au sein des entreprises.

Mais aujourd'hui, il y a également une problématique de pénurie d'accès et d'exploitation des données. L'accès à des volumes de données importants est nécessaire pour expérimenter les systèmes d'IA : il faudrait pour cela créer des plateformes de données indépendantes et d'envergure au niveau national ou européen.

Pour que la France soit compétitive en IA, il faudrait aussi inventer un nouveau modèle de partenariat avec la recherche, car les modèles classiques ne font pas vraiment bouger les lignes. Il faudrait davantage s'orienter vers la mutualisation des activités en IA des entreprises. Peut-être faudrait-il d'abord mutualiser ces activités par filières, ou bien par défis systémiques (voitures autonomes, villes intelligentes...) ? Ou encore s'appuyer sur le modèle du German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), c'est-à-dire d'un seul et unique centre dédié à l'IA, répartis dans plusieurs villes du pays ?

² GAFA désigne les géants du web américains : Google, Apple, Facebook, Amazon

³ BATX désigne les géants du web chinois : Baidu, Alibaba, Tencent et Xiaomi.

+ Quels sont les enjeux de recherche en IA chez Orange ?

La recherche en IA chez Orange se concentre sur trois domaines :

- L'IA que l'on peut qualifier d'interface, pour réaliser les tâches de perception et de communication, et en ce qui nous concerne principalement les technologies du langage naturel (compréhension, génération, dialogue) et la reconnaissance visuelle, avec comme principales applications l'interaction homme-machine et la gestion des contenus
- La fouille de données (*data mining*), et notamment son automatisation
- L'IA pour la performance technique et économique ainsi que la sécurité de nos infrastructures (réseaux et *cloud*).

Henri Sanson, Directeur du Domaine de Recherche Données et Connaissance chez Orange

5.2. LES AVANCEES DE LA RECHERCHE EN IA

5.2.1. Les agents intelligents, nouveau paradigme ?

Selon Alain Cardon, chercheur à l'INSA de Rouen, spécialiste de l'IA, des systèmes multi-agents et de la conscience artificielle, l'IA est une spécialité de l'informatique avec initialement, des recherches sur la représentation des connaissances permettant la reproduction des raisonnements dans de nombreux domaines spécifiques. L'IA se retrouve dans de très nombreuses applications logicielles, mais aujourd'hui, les avancées de la recherche autour de l'IA font émerger à nouveau la notion d'agent, qu'ils soient apprenants, conversationnels, émotionnels ou encore « système multi-agents ». Quelques illustrations décrites ci-dessous permettent d'avoir une idée de ce qu'ils sont concrètement capables de faire.

Les définitions qui suivent sont issues de la contribution d'Amal El Fallah et de Vincent Corruble, chercheurs spécialisés en IA au LIP6, et participants au Cercle IA :

- **Un agent** est une entité réelle ou virtuelle capable d'exhiber un comportement intelligent, une fois dotée de capacités cognitives telles que les capacités de raisonner, d'apprendre, de décider et d'agir. La clé de voûte d'un agent intelligent (dit aussi cognitif) est son niveau méta qui lui permet d'agir, d'observer ses actions, de raisonner dessus et d'en changer le cours (par apprentissage par exemple).
- **Les agents apprenants** constituent un domaine de recherche pour l'Intelligence Artificielle depuis plusieurs décennies, et sont historiquement liés au domaine de l'apprentissage automatique (*machine learning*). On y retrouve principalement deux grandes approches, celle s'inspirant de modèles de l'apprentissage animal avec l'apprentissage par

renforcement et ses dérivés, et celles plus ancrées dans la psychologie humaine avec une partie des travaux sur les architectures cognitives d'agents. Ces deux approches ont donné des résultats très probants, et les progrès les plus récents avec la première approche ont suscité l'intérêt du grand public avec des succès marquants (ex. jeu de go, etc.). Dans certaines situations, il est possible de donner initialement à un agent les capacités (connaissances, raisonnement, perceptions de leur environnement) suffisantes pour qu'il puisse mener à bien la ou les tâches qui lui sont confiées. Cependant ce n'est pas toujours possible, en particulier pour les applications les plus ambitieuses de l'Intelligence Artificielle. C'est le cas en particulier quand la tâche visée atteint un niveau de complexité tel que les ressources nécessaires deviennent difficiles à synthétiser de manière complète et précise par le concepteur, et aussi dans les situations où l'environnement dans lequel cet agent va évoluer est soit mal connu initialement, soit appelé à se modifier dans le temps. Dans ce cas-là, il devient utile, voire indispensable, de doter cet agent de capacités d'adaptation ou d'apprentissage pour qu'il puisse s'adapter à un environnement dynamique et synthétiser en fonction de son expérience les connaissances nécessaires à son succès.

- **Les agents émotionnels** ont pour fonction d'interagir avec des êtres humains de la manière la plus « humaine » possible (et non plus seulement de manière rationnelle ou optimale vis à vis d'un objectif donné). Le paradigme classique en Intelligence Artificielle de l'agent rationnel peut montrer ses limites. Une piste de recherche importante qui prend de l'ampleur depuis le début de ce siècle est celle de l'informatique des affects (*affective computing*), qui s'intéresse, pour remédier aux limitations citées ci-dessus, à doter les agents d'émotions qui soient cohérentes avec leur expérience (au sens large, cela peut prendre en compte leurs buts, personnalité, contexte, et les événements qu'ils perçoivent), et à orienter leurs comportements en fonction de leur état émotionnel. Là encore, plusieurs approches ont été envisagées, en fonction des théories psychologiques sur lesquelles elles reposent, des intuitions que tout à chacun peut avoir sur le rôle des émotions, et sur l'importance donnée à l'observateur de ces comportements. Il n'y a pas encore de consensus sur la bonne manière de représenter un état émotionnel ni de modéliser son influence sur les comportements mais plusieurs systèmes existent, avec des applications réelles. Ce domaine de recherche très actif et en forte progression va avoir dans les années qui viennent un impact significatif sur l'intelligence artificielle, de la robotique aux agents conversationnels en passant par toutes les formes d'interaction entre agents et humains, ainsi qu'en simulation.
- **Systèmes multi-agents** : par ailleurs, de nombreuses recherches en I.A. s'intéressent aux agents intelligents dans leur dimension collective au sein de systèmes multi-agents. Les Systèmes Multi-Agents (SMA) proposent aujourd'hui des approches innovantes pour résoudre de nouveaux problèmes complexes et pour concevoir ou simuler des systèmes

autonomes fortement interactifs caractérisés par leur aspect distribué, hétérogène, ouvert et porteur de volumétrie de masse. Beaucoup d'applications récentes font collaborer des agents logiciels, robotiques et humains. Leurs interactions situées permettent de résoudre des problèmes complexes non abordés par les méthodes de l'I.A. classique (dite aussi mono-agent). Ainsi, les recherches dans le domaine des SMA s'intéressent à des modèles fondamentaux de la cognition, ou à des modèles théoriques pour la résolution distribuée des problèmes (ex. modèles de coordination, apprentissage et adaptation, décisions sous incertitudes, etc.). D'autres recherches se focalisent sur les technologies pour l'ingénierie orientée agents (ex. langages de programmation orientée agent(s), méthodologies de conception, architecture à base d'agents, et environnements de développement SMA, etc.).

5.2.2. La fin des interfaces classiques avec les agents conversationnels ?

Même si le premier *chatbot*, nommé Eliza, fut créé en 1966 (Joseph Weizenbaum, au MIT aux États-Unis) ces agents conversationnels connaissent un grand succès aujourd'hui depuis que les GAFAs ont misé dessus. Plusieurs expérimentations ont lieu en effet dans les entreprises autour de *chatbots*, et on constate aussi qu'en R&D des travaux se développent autour d'agents conversationnels destinés au grand public et conçus intégralement par les équipes internes.

Les *chatbots* sont des agents offrant un accompagnement conversationnel au client (support, achat, informations...). Ils se sont développés grâce à l'apparition d'interfaces multi-modales et de l'informatique ubiquitaire. L'intérêt des *chatbots* est qu'ils permettent des interactions situées et personnalisées qui s'adaptent aux besoins de leurs utilisateurs. L'usage le plus courant est l'assistant virtuel personnalisé (ex. doté d'un profil utilisateur).

L'Edenred Virtual Assistant (EVA) pour le service client

Eva a été créée en mars 2015 pour le service client Brésil. Elle a déjà répondu à plus de 3,7 millions de questions, ce qui correspond à environ 850 000 utilisateurs. En outre, 88% des cartes Ticket Restaurant Edenred ont été émises par EVA. Cet assistant repose la solution de NEXT IT, ce qui permet de bénéficier d'une technologie avec API intégrées, de maîtriser les arbres de décisions et d'avoir un bon suivi de l'apprentissage du langage. Un POC, basé sur Watson IBM, est en court de validation. EVA existe aussi sous forme d'application mobile. Pour l'heure elle répond parfaitement aux 15 questions les plus traitées par le service client, ses indicateurs de performance sont actuellement satisfaisants.

Konstantinos Voyiatzis – CIO Edenred

A terme, les *chatbots* pourraient se substituer aux applications mobiles en proposant un mode d'interaction beaucoup plus simple et intuitif. On parle aussi de *chatOps* : ce sont les agents effectuant des actions d'administration système (installation d'environnement, déploiement applicatif...).

Les agents conversationnels englobent plusieurs dimensions :

- Un aspect *speech recognition* (s'il est vocal)
- Un aspect compréhension du langage
- Un aspect « dialogue management » (ou planification, intelligence décisionnelle) c'est-à-dire qui va choisir la nature de la réponse ou question à donner à l'utilisateur (pour l'amener à préciser sa requête par exemple).

Selon Henri Sanson, Directeur du Domaine de Recherche Données et Connaissance chez Orange, aujourd'hui, ce type de dialogue (appelé « dialogue orienté vers les buts ») se fait par conception manuelle, c'est du design de service. Certains acteurs travaillent avec du *deep learning*, ce qui permet de générer des enchaînements de phrases, d'énoncés entre des personnes qui dialoguent (à partir d'un entraînement sur les dialogues de flux TV par exemple). Il y a de nombreux travaux sur ce sujet depuis 2016. Mais, dans la relation client, il faut avoir à la fois l'information en contexte, des données du SI, et des informations « produit ». Or, aujourd'hui on ne sait pas entrer une base de données dans un réseau de neurones. Il n'y a pas de gestion de dialogue de manière totalement automatique, sans concepteur de dialogue.

Ce qui marche le mieux aujourd'hui reste la conception humaine. On sait faire des questions/réponses avec des *framework* et des systèmes à base de moteurs de règles. Mais on commence tout juste à mettre de l'apprentissage autour.

+ Les technologies IA d'interface chez Orange

L'IA d'interface, qui sert à réaliser les tâches de perception et de communication, repose sur trois dimensions :

- La reconnaissance de visages : Orange travaille depuis plus de dix ans sur des algorithmes de *deep learning* pour la reconnaissance visuelle. En 2016, l'entreprise a remporté un Challenge international sur la reconnaissance de l'âge apparent. L'équipe a travaillé sur des algorithmes de vieillissement qui permettent de reconnaître une même personne tout au long de sa vie. Nous l'avons appliqué sur un *benchmarking* utilisé dans la communauté de recherche. Les résultats publiés dans la communauté étaient à 50% de taux de reconnaissance. Les chercheurs d'Orange ont atteint des résultats à 80% de taux de reconnaissance. Le MIT a partagé et relayé ces résultats.
- La reconnaissance de la parole : il faut d'abord réaliser la transcription phonétique, c'est-à-dire la reconnaissance de phonèmes, puis convertir la suite de phonèmes en suite de mots. On teste régulièrement des solutions du marché en français ainsi que les nôtres avec des corpus variés pour couvrir la diversité de natures de parole (préparée ou spontanée) et de qualité d'enregistrement. Plus on nourrit le réseau de neurones avec des données, plus cela marchera, mais le problème est que le processus de production des données est très coûteux dans le domaine de la parole et plus généralement du langage.
- La compréhension du langage naturel : les premières applications étaient très opérationnelles et se concentraient sur la recherche de mots-clés : on savait ce que cela voulait dire conceptuellement que de trouver des mots clés, et donc on savait le programmer facilement. Mais aujourd'hui la question est plutôt d'arriver à une « vraie compréhension du langage ». C'est l'enjeu crucial qui se pose avec les *chatbots*. Cela veut dire qu'il faut être capable de reconnaître que deux phrases différentes peuvent vouloir dire la même chose. Qu'est-ce que cela signifie pour la programmation ? Il s'agit de prendre en compte à la fois le sens que prennent les mots, la signification des mots (c'est-à-dire le sens qu'ils ont dans un contexte particulier), et la structure logique de la phrase (c'est-à-dire trouver les relations entre les mots d'une phrase). C'est encore un vrai challenge, pour réussir à comprendre l'intention de l'énoncé et en produire de la connaissance structurée.

Henri Sanson, Directeur du Domaine de Recherche Données et Connaissance chez Orange

CONCLUSION

Il y a encore un an, les entreprises parlaient surtout d'IA sous l'angle des données. Aujourd'hui, elles raisonnent bien davantage en termes d'agents intelligents et de plateformes d'interaction. C'est une preuve que nous avons changé de paradigme, et que les entreprises se préparent bel et bien à cette nouvelle révolution « intelligente ».

On a vu que l'IA peut tout aussi bien améliorer des processus déjà existants (lutte contre la fraude, connaissance client, aide à la décision...) que générer de nouveaux services comme l'implémentation de *chatbots*. Il semble certain que l'IA va inonder peu à peu tous les métiers de l'entreprise. Mais plus qu'un service auquel l'entreprise aurait recours ponctuellement, l'IA peut devenir un véritable enjeu stratégique du point de vue des « agents ». Cela suppose de mettre en place des architectures multi-agents, autour notamment du paradigme de l'empathie. C'est certainement sur ce terrain que les entreprises pourront, en nouant des partenariats forts avec la recherche et d'autres entreprises, se distinguer.

Si l'IA fait partie intégrante de l'évolution des modèles d'affaires de l'entreprise numérique, elle doit aussi être pensée en amont pour être utilisée au mieux, au bénéfice de l'intelligence humaine, de l'empathie, de la collaboration. C'est en cela que la transition intelligente dépendra également de la manière dont le management s'adaptera aux nouveaux enjeux autour de l'intelligence artificielle – ce qui suppose d'anticiper le développement technologique mais aussi l'évolution des compétences, sans oublier tous les enjeux liés à la responsabilité juridique et éthique.



21 avenue de Messine
75008 PARIS

Tél. : +33 1 56 59 70 00
cigref@cigref.fr

www.cigref.fr