MARkS : laisser sa marque sur Mars

Charles Martinson
Agence spatiale européenne
charles.martinson@nmm.mars

Sadio Massamba
Agence spatiale du Sénégal
sadio.massamba@nmm.mars

Tomas Iglesias
Centre de recherches spatiales de Colombie
tomas.iglesias@nmm.mars

Chong Liu
Administration spatiale nationale chinoise
chong.liu@nmm.mars

Robin Evarin
Ecole Normale Supérieure, France
evarin@nmm.mars

Rsum

Quoi de plus dépaysant que de partir vivre sur une autre planète, où tout est encore à construire ? Peu d'aventures, sans doute. Pourtant, au quotidien, les premiers colons de la planète rouge semblent avoir du mal à trouver la vie aussi palpitante qu'annoncé. Mars is No Fun [2], prédisait-on déjà en 2011. Pour contrer cette monotonie, une idée simple a été proposée et mise en œuvre : autoriser les marsonautes à laisser une trace sur la planète, à travers la réalité augmentée.

1. Introduction

Les premières missions habitées sur Mars remontent déjà à une quinzaine d'années. À cette époque, les interrogations soulevées par une telle expédition étaient nombreuses : sur le plan technique et biologique, comment survivre dans les conditions martiennes ? mais aussi, sur le plan humain, comment gérer la promiscuité, le stress, et l'isolement sur une durée aussi longue (entre 500 et 1000 jours) ?

Grâce aux pionniers de l'exploration martienne, nous avons pu étudier les conséquences de la vie sur cette planète, et apprendre à gérer les différentes situations auxquelles les "marsonautes" étaient confrontés. Les recherches sur les aspects psychologiques, notamment [10], [4] et [3], ont permis de mieux anticiper les réactions, garantir le succès des missions, et envisager de pousser plus loin l'aventure martienne.

C'est ainsi que fut préparé le programme de colonisation NewMarth, qui visait à passer d'une présence ponctuelle de 5 ou 6 explorateurs, à une installation permanente d'une cinquantaine de personnes. Un projet ambitieux qui posait de nouveaux défis : un tel changement d'échelle impliquait une infrastructure bien plus développée, et les effets psychologiques de l'aventure au sein d'un si grand groupe restaient imprévisibles.

Malgré les nombreux obstacles, le projet fut lancé et, depuis maintenant dix-huit mois terrestres, la population martienne est stabilisée à 53 habitants. Pour avoir un suivi continu du moral des marsonautes, et trouver des solutions aux éventuels problèmes causés par la vie sur la planète rouge, nous fûmes quelques membres de l'équipe, aux compétences variées, à voir une partie de notre temps assignée à une mission "bien-être".

Parmi les principaux effets non anticipés de la colonisation martienne que nous avons mesurés, le plus significatif a été le sentiment de lassitude et de découragement. Dans cet article, nous détaillons d'abord les résultats qui nous ont mené identifier ce problème ; puis nous proposons une idée simple à mettre en œuvre pour y remédier ; enfin, nous étudions les effets sur la population de la base et en tirons des pistes pour de futurs travaux.

2. Variations du moral martien

Au cours de deux études, nous avons pu mesurer une dégradation de l'humeur des marsonautes avec le temps.

2.1. Travaux précédents

S'il avait fallu décrire d'une couleur la vie sur la planète rouge pendant les dix-huit premiers mois, les tons pastels auraient été les plus adaptés. Ce n'était pas non plus *La Vie en Rose*, mais tout se passait bien, nettement mieux qu'envisagé. Il y avait beaucoup à faire pour déployer la base, étudier la planète, aménager les espaces de vie. Malgré un important raccourcissement des voyages Terre-Mars [9] par rapport aux premières missions, la dynamique céleste dicte toujours des périodes plus ou moins favorables à ces trajets.

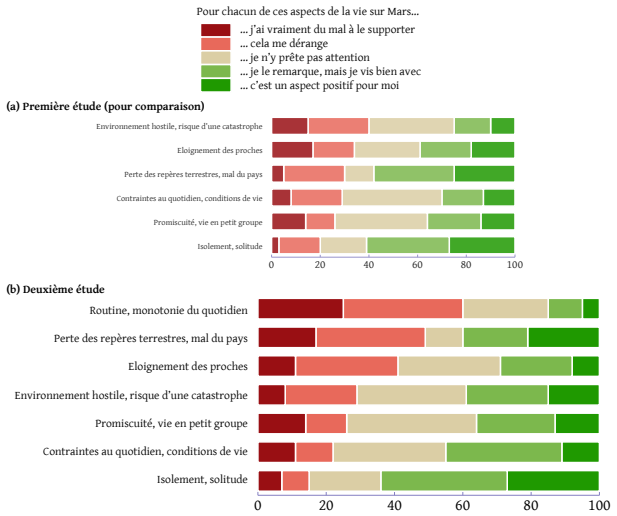

FIGURE 1. Étude générale concernant le vécu sur la planète Mars, (a) après un an de mission, (b) après deux ans.

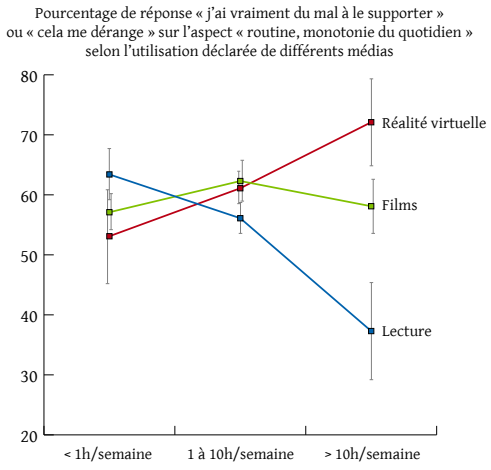

FIGURE 2. Ressenti selon les activités pratiquées.

Aussi, les contacts spationautiques avec la Terre ne peuvent avoir lieu que pendant des fenêtres de dix mois, espacées de dix-sept mois. Tous les colons sont donc arrivés, avec le matériel, pendant les trente-six premières semaines de la mission, en un total de six convois. Les arrivages maintenaient l'ensemble des acteurs affairés, et les installations évoluaient très vite.

À ce moment-là, le travail de la mission bien-être se bornait à constater un moral globalement élevé, hormis quelques conflits légers et ponctuels, et des problèmes individuels liés à des nouvelles venant de la Terre (décès d'un proche, ...). La première étude approfondie [6], à la date anniversaire de l'arrivée des premiers marsonautes, confirmait que l'établissement de la base se déroulait dans de bonnes conditions.

Malheureusement, cet état de grâce ne dura pas indéfiniment, et la deuxième étude, un an plus tard, montra une dégradation générale de l'humeur des colons. L'ensemble de l'enquête est présenté dans [7], nous nous attachons ici aux points les plus pertinents pour la thématique de cet article.

2.2. Observations

Au cours de l'élaboration du questionnaire de cette étude, plusieurs marsonautes se sont plaints de trouver le quotidien de plus en plus répétitif. Nous avons donc rajouté cette réponse au formulaire issu de la première étude, où cet aspect n'était ressorti dans aucun des entretiens menés.

Comme montré dans la figure 1, "La monotonie du quotidien" est au bout de deux ans le sentiment négatif le plus répandu parmi les colons martiens, loin devant "Le mal du pays" ou "L'éloignement de la vie terrestre". De même, l'isolement et la vie en petit groupe sont assez bien vécu, n'étant problématiques que pour 15% de la population. Le stress est en nette baisse par rapport à l'étude précédente, plus que prévu initialement. Ces aspects avaient été bien plus présents dans les missions précédentes, et donc anticipés et travaillés pour celle-ci. Notamment, Hermione, l'intelligence artificielle qui sert d'assistant personnalisé permanent aux marsonautes, a été conçue pour aider sur ces questions.

Un autre volet de l'étude était consacré aux différentes activités disponibles sur Mars et à leur usage. Les comparaisons avec les réponses aux autres questions, comme montré dans la figure 2 suggèrent notamment que les occupations corrélées avec un meilleur vécu de la vie martienne sont la participation aux évènements sociaux et la lecture, au contraire de l'utilisation de la réalité virtuelle.

2.3. Analyse

Les premiers mois de vie sur Mars différaient peu des missions précédentes : comme expliqué en 2.1, ils étaient à la fois riches en nouveautés et en travail à faire, et sous une pression psychologique soutenue. À l'instar de chaque mission spatiale, toute erreur de manipulation ou non-respect des consignes de sécurité peut s'avérer fatal, ou tout du moins dangereux pour soi et pour ses collègues.

Cependant, sur la durée, ce stress est progressivement évacué par l'organisme [4]. La perspective de vivre longtemps sur cette planète, ainsi que la taille de la base, nettement plus grande que lors des missions temporaires, peuvent expliquer l'importance de cette baisse.

Malheureusement, une fois enlevée la partie dangereuse – stressante – de l'aventure martienne, il faut bien avouer que la vie sur Mars n'est pas exactement palpitante. Moins, certainement, que ce à quoi s'attendaient beaucoup de mar-

sonautes. C'est ce qui ressort des entretiens particuliers ayant suivi la collecte du questionnaire. Parmi les facteurs renforçant cette sensation, sont évoqués : la monotonie du paysage, l'absence de météo ou de saisons, la petitesse de la base, le manque de lieu où aller pour "prendre des vacances".

Pour vaincre la routine, chacun développe sa stratégie, pour la plupart assez classique. La majorité trouve son principal *divertissement* dans son travail – mais celui-ci est parfois assez répétitif, ou s'inscrit dans le temps long. Une grande partie complète par des évènements sociaux avec le reste de la base – mais ceux-ci sont assez limités par les conditions de vie et le manque de ressources. Comment faire des "repas gastronomiques martiens" quand bien peu de variétés de plantes sont encore cultivées ?

Égayer son quotidien peut aussi se faire en "s'évadant" de la réalité martienne : à travers des livres ou des films, bien sûr, mais aussi éventuellement à travers les casques de réalité virtuelle (VR). Ceux-ci permettent de s'extraire du monde réel pour visiter la Terre et des mondes imaginaires. La finalité originelle de cet outil est essentiellement de contrer le "mal du pays", mais ce n'est pas son seul cas d'usage.

Sur ce dernier point, nous constatons que, si la VR apporte le "dépaysement" le plus significatif, elle semble avoir un effet délétère sur le long terme, puisque les personnes qui en ont l'utilisation la plus régulière sont ceux qui souffrent le plus de la monotonie du quotidien [1]. Une explication possible de ce phénomène est le contraste très fort entre la vie réelle et la vie virtuelle : le décalage important entre les deux amène ses utilisateurs à être plus conscient de l'insignifiance de la vie quotidienne. Plus, peut-être, que la lecture, où le dépaysement se fait purement par l'imagination, et peut plus facilement se continuer après la fermeture de son livre.

3. Premières approches

De cette analyse ressort une problématique : comment rendre le quotidien martien plus varié, sachant que les moyens sont très limités ? comment, à défaut, éviter que la vie soit *perçue* si monotone ?

3.1. Éviter l'abus de réalité virtuelle

Étant donnés les conséquences apparemment délétères de la VR sur l'humeur des utilisateurs, nous avons suggéré de restreindre son utilisation, pour encourager d'autres activités. Cette idée a été appliquée pendant un peu plus d'un mois.

1. La corrélation observée pourrait s'expliquer dans l'autre sens : les personnes souffrant le plus de la monotonie sont celles qui utilisent le plus la VR. Ce sont les entretiens postérieurs au questionnaire qui semblent indiquer que la VR est peu efficace à atténuer ce sentiment, en particulier comparé aux autres activités

Dans la pratique, les impacts de cette restriction furent globalement négatifs : d'une part, certains colons se sont sentis directement visés par la mesure, et y ont vu une remise en question de leur capacité à s'organiser et à mener à bien leurs missions ; d'autre part, les autres activités étant vécues comme imposées et peu naturelles, elles n'eurent aucun effet positif sur leur humeur.

Devant l'inefficacité de la mesure, qui dans tous les cas ne concernait qu'une minorité des marsonautes, la limitation a finalement été levée.

3.2. Expression libre

Il n'était pas rare, au détour d'une discussion de couloir, d'entendre des personnes se plaindre de lieux de vie trop aseptisés, pensés pour être fonctionnels plutôt que chaleureux. Sur le long terme, l'ambiance de base spatiale, semble, aussi bien que le manque d'espace, peser sur la vie quotidienne.

À l'instar des lieux de travail terrestres, il serait souhaitable de pouvoir aménager et s'approprier ces espaces, en collant par exemple des messages ou des images sur sa porte, ou sur certains murs. Las, il est impératif que les (nombreuses) signalisations de sécurité soient bien visibles, ce qui interdit toute inscription sur les parois. De plus, le papier étant présent en quantités très rationnées, et ne pouvant pas être produit sur place, il est impossible d'en utiliser pour des usages non-professionnels.

Pourtant, au bout d'un an d'installation, alors que chacun s'était fixé dans sa méthode de travail, on se rendit compte que certains possédaient des tableaux dont ils n'avaient pas l'usage. À l'initiative d'un petit groupe d'expression artistique, ces tableaux furent déplacés dans les espaces communs, pour que tout le monde en fasse usage. Très vite, ceux-ci ont été recouverts de dessins, de notes, et de messages, renouvelés régulièrement par les membres de la base.

Le succès de ces espaces d'expression libre initia la création d'une plateforme intranet où chacun pourrait écrire sur un "mur" virtuel. Cet espace fut très consulté à son lancement, puis assez vite délaissé. L'échec de cette initiative pourrait venir de problèmes structurels dans la manière dont elle avait été construite, limitant la variété des contributions ; il est aussi à noter qu'il était très rapide de voir les quelques modifications apportées entre deux connexions, et d'en faire le tour.

Ces différentes expérimentations étaient initialement sans lien avec nos recherches. Cependant, nous avons remarqué que la possibilité de laisser une trace, et de trouver quelque chose de nouveau chaque jour, avait un effet positif sur le moral des marsonautes. C'est ce qui nous a guidé vers le dispositif que nous présentons ici.

4. La réalité augmentée pour s'approprier un monde

Parmi ceux qui vivent le mieux leur arrivée sur Mars, une partie semble être particulièrement sensible à tous les petits changements de l'environnement. Dans leurs témoignages, ils déclarent justement ne pas trouver la vie si monotone, puisqu'ils la voient évoluer peu à peu. Ce constat, et les conclusions tirées des espaces d'expression, nous amenèrent à proposer une application combinant les deux.

4.1. Principe et motivations

La vie sur Terre apporte régulièrement son lot de changements. Le défilement des saisons, les variations dans la météo, mais aussi les évolutions de l'environnement humain : nouvelles constructions, nouveaux commerces, nouvelles publicités, nouveaux graffitis... Et si jamais le besoin nous vient de plus de nouveautés, il est toujours possible d'étendre les limites de son environnement connu au-delà des palissades de son jardin, et de partir explorer les recoins inconnus de sa ville ou la nature environnante.

Difficile de trouver un équivalent à un tel renouvellement permanent sur Mars. La météo ne connait pas la modération : soit il ne se passe rien, soit une violente tempête nous oblige à rester calfeutrés quelques jours. Si dans quelques salles communes, des écrans diffusent des panoramas terriens à la météo changeante, cela compense difficilement l'absence de réel climat. Pour le reste, le décor martien évolue peu, et uniquement dans certaines zones, pas nécessairement accessibles par tous : assemblage de nouveaux modules, cultures sous serres, missions d'exploration de la planète.

Lors des initiatives d'expression libre, nous avons réalisé que ces plateformes - physiques ou digitales - apportaient leur propre lot de changements : plus anodins, certes, mais plus nourris. Partant de là, nous avons voulu combiner ces idées avec la réalité des lieux : trouver un moyen de rendre la base plus attrayante, et de laisser sa trace, tout en respectant les contraintes de la vie sur Mars.

C'est ainsi qu'a germé l'idée d'une forme de "street-art virtuel". Après plusieurs ébauches, le concept retenu est le suivant : à tout endroit de la base ou de Mars, il serait possible de "déposer" virtuellement une inscription ; après coup, ce graffiti serait visible à travers de la réalité augmentée par toute personne passant à cet endroit.

Ce principe a, selon nous, deux intérêts principaux. D'une part, il permet d'introduire des modifications notables de l'environnement, qui ne sont pas figées et évoluent avec le temps. D'autre part, ces changements sont ancrés dans une réalité spatiale et permanente : là où la réalité virtuelle coupe du monde, en transportant son utilisateur dans un ailleurs aux repères très différents, la réalité augmentée ne fait qu'ajouter quelque chose au monde réel. Elle s'intègre bien mieux dans la vie quotidienne, et contribue à rendre l'environnement plus accueillant et vivable.

4.2. Mise en œuvre

Tous les marsonautes disposent, dans leur équipement, de deux éléments cruciaux : une paire de lunettes-écran, qui affiche en permanence quelques informations vitales – comme la qualité de l'air ou des alertes en cas d'évènements graves – et ponctuellement des instructions pour les travaux manuels ; et une tablette destinée principalement à la communication, la prise de notes, et la consultation des données. L'intelligence artificielle d'assistance des explorateurs, Hermione, se manifeste essentiellement par la voix, affichant ponctuellement des messages sur les deux supports visuels.

Les lunettes augmentées ont été conçues pour ne diffuser qu'un nombre restreint d'informations : les expériences psychologiques menées dans les années 20 [1] [5] ont montré qu'un nombre trop important de stimuli visuels nuisait à la concentration, et risquait de détourner l'utilisateur d'informations primordiales. La réalité augmentée est donc bannie de ce support : considérée comme invasive, la crainte est aussi qu'elle brouille les limites entre ce qui est réellement là et ce qui vient de l'écran – avec des conséquences psychologiques dangereuses dans les conditions de vie martienne.

Mais ces contraintes ne s'appliquent pas aux utilisations de la tablette, dont le fonctionnement est très similaire aux tablettes tactiles terriennes. En particulier, celle-ci possède une caméra, et peut être utilisée pour de la réalité augmentée [2].

C'est donc une application pour la tablette que nous avons développée, "MARkS", dont le principe est décrit sur la figure 3. Des détails techniques d'implémentations sont donnés dans l'annexe A.

5. Retour sur expérience

Nous avons présenté les motivations et le principe de l'application MARkS, mais respecte-t-elle ses promesses ?

5.1. Chronologie

L'étude [7] avait commencé au sol 736 de la mission NewMarth. L'obtention des résultats et leur analyse a pris environ trente sols, ce qui nous a amené à commencer le travail sur MARkS au sol 769. Le développement a été assez rapide, grâce à la réutilisation de nombreuses applications préexistantes, et un premier prototype était prêt 8 jours plus tard. Après plusieurs modifications d'interface et de fonctionnement interne, l'application a été diffusé à toute la colonie au sol 801.

2. Certains marsonautes passent d'ailleurs déjà un certain temps à jouer à des jeux des années 10 et attraper des créatures imaginaires dans l'espace de la base [8].

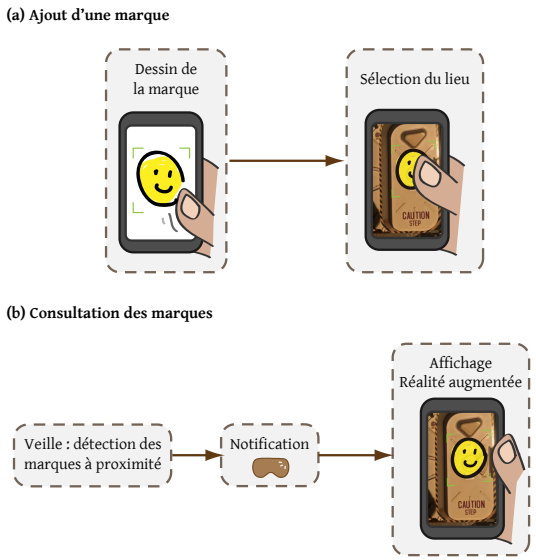

FIGURE 3. Principe du fonctionnement du dispositif *MARkS*

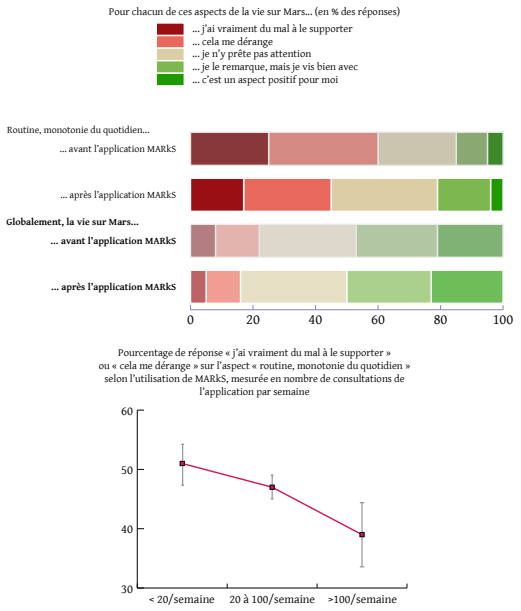

FIGURE 4. Impact de l'application sur le moral des marsonautes.

La sortie officielle de l'application a été un franc succès, puisque l'ensemble des marsonautes l'avait utilisée au bout d'une semaine. Beaucoup de contributions peu signifiantes ont été déposées dans les premiers jours, puis les participations se sont faites moins nombreuses, mais plus élaborées.

5.2. Impact sur le moral

Deux mois après la sortie de MARkS, les statistiques d'utilisation s'étaient stabilisées, et nous avons mené une nouvelle enquête plus spécifique, destinée à évaluer l'impact de l'application sur l'humeur des marsonautes, et en particulier sur la sensation de monotonie. Les résultats de ce sondage sont montrés sur la figure 4.

On constate que le moral martien est globalement meilleur. Si la sensation de monotonie est encore présente, elle est en nette diminution. Il semble y avoir une corrélation faible, mais significative, entre le taux d'utilisation de l'application et l'humeur. Par ailleurs, l'étude montre que les utilisateurs en sont globalement très satisfaits, et pensent qu'elle a un effet positif sur leur moral.

Les utilisateurs et contributeurs font état d'une attitude de "bienveillance" : le dispositif ayant été présenté comme émanant de la "mission bien-être", les dessins laissés sont pensés pour provoquer une émotion positive chez le lecteur, et perçus comme tels.

5.3. Appropriation de l'application

Si l'application était à la base conçue comme un simple outil pour laisser des visuels et les consulter, ses utilisateurs ont trouvé différentes manières de se l'approprier.

Œuvres collectives Il n'est pas prévu de pouvoir modifier des marques déjà laissées, tout au plus d'effacer ses propres réalisations. Par contre, rien n'interdit d'en laisser des nouvelles, recouvrant éventuellement une partie des contributions plus anciennes. Les marsonautes ont par endroits profité de cette possibilité pour en faire des œuvres collaboratives, évoluant au fil du temps des des passants.

Collection Joueurs, certains utilisateurs se sont amusés à cacher des visuels aux endroits les plus improbables. En réaction, d'autres se sont mis en tête de tous les trouver, et de "collectionner" le plus de marques possibles. Il n'est pas rare désormais de croiser des membres de la base, arpentant les zones accessibles de la planète pour trouver ce que d'autres ont laissé [3].

À force de traquer toutes les marques, les collectionneurs les plus assidus finirent par ressentir une certaine frustration face au renouvellement trop faible des graffitis. Pour éviter qu'une telle situation contrebalance les effets positifs du dispositif, et forcer un peu la "rareté" des découvertes – et donc leur intérêt –, nous avons limité l'usage quotidien de l'application. Ici, cette restriction a été assez bien accueillie par les utilisateurs.

3. Comme ce qui a été observé avec l'artiste Invader `http://space-invaders.com/flashinvaders/`.

6. Travaux futurs

Devant le succès de l'application, la question se pose de son extension. Concernant la mission de notre équipe, il a été décidé de s'en tenir à ce résultat, et de se consacrer aux autres aspects préoccupants de la vie sur Mars. En revanche, en association avec des groupes d'utilisateurs et dans le cadre de nos projets libres, un développement continu est envisageable.

Plusieurs pistes sont envisagées, notamment l'ajout de vidéos, la possibilité de rendre les marques éphémères, ou de programmer leur apparition dans le futur. Et de construire peut-être des témoignages du passé et de l'histoire quotidienne de Mars.

7. Conclusion

L'Homme aura beau parcourir des milliers de kilomètres, aller à l'autre bout de l'univers chercher du neuf, il finira par s'habituer au monde dans lequel il s'installe, et retrouver la routine. Et il arrivera que, parfois, ces nouveaux espaces n'offrent guère de divertissement, du moins dans les premières années.

C'est ce que nous avons constaté sur Mars et tenté, à notre échelle, de résoudre. Quand la grande aventure oublie l'échelle du quotidien, il suffit de peu pour apporter du dépaysement à un monde aride. Renouer avec les traditions des graffitis, les renouveler à travers la technologie. Et apporter d'autres couleurs à la planète rouge.

Références

[1] S. Brein, L. Pages, S. Pinché, and J. Smith. Quand l'assistance visuelle handicape : les limites des lunettes augmentées dans les travaux de précisions. *Le journal des propulseurs*, 2023.

[2] Camille. Mars is no fun. *Ilo Veyou*, 2012.

[3] J. Cooper, A. Brand, M. Mann, R. Romilly, and D. Hanley. Marsagain – une vieille astuce bizarre pour bien dormir loin de chez soi. *Horizons lointains*, 2069.

[4] L. Graham, N. Willis, S. Kirov, and R. Coté. Marstwo – une meilleure gestion des tensions dans les missions longues. *Découverte de l'Univers*, 2053.

[5] N. Kelly. Do we want an augmented reality or a transformed reality ? *The Conversation*, 2014.

[6] C. Martinson, S. Massamba, C. Liu, and T. Iglesias. Plein soleil sur terres rouges : un an de vie sur mars. *Horizons Lointains*, 20..

[7] C. Martinson, S. Massamba, C. Liu, and T. Iglesias. Tempêtes de sable et routine spatiale : deux ans de vie sur mars. *Horizons Lointains*, 20..

[8] T. Phillips. Pokémon go : the app that leads you places other apps don't. *The Conversation*, 2016.

[9] R. Purnell, B. Ng, J. Brand, T. Fisher, and P. Ohlmeyer. Un propulseur à matière noire pour accéder aux confins du système solaire. *Avancer dans l'Univers*, 2059.

[10] M. Watney, S. Bean, and R. Martinez. Marsone – de la théorie à la pratique : aspects psychologiques d'une expédition martienne. *Découverte de l'Univers*, 2045.

Annexe A : Implémentation

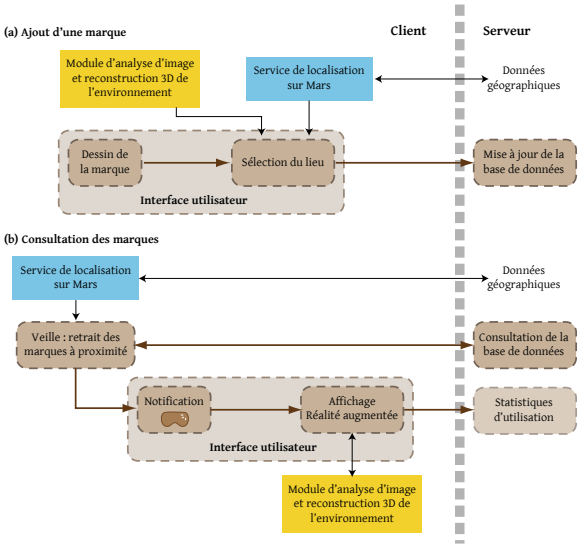

FIGURE 5. Détail du fonctionnement de l'application.

Annexe B : Choix éditoriaux

Débordements et modération

Laisser tout le monde libre de déposer le visuel qui lui plaît suppose une grande foi dans la capacité de jugement des utilisateurs. Sur Terre, un tel dispositif serait très vite détourné avec des messages offensants ou obscènes. Cependant, les précédentes expériences d'expression libre sur Mars n'ont pas connu un tel sort, ce qui laissait l'espoir que l'application serait elle aussi épargnée par ce type de problèmes.

Par précaution, un système de signalement assez simple fut quand même mis en place. Il n'a jusqu'ici été utile que dans très peu de cas assez spécifiques, la plupart des signalements étant accidentels.

Autour des marques

Faut-il afficher sur chaque inscription des informations sur son auteur, ou faut-il les laisser par défaut anonyme, comme l'est le street-art terrien ? Aussi, doit-on laisser la possibilité aux utilisateurs de noter ou commenter les marques ? Un long débat interne a eu lieu, en particulier sur la première question.

Concernant les notes des marques, nous sommes tombés assez vite d'accord sur le fait de ne pas permettre les com-

mentaires à l'intérieur du dispositif – d'autres applications sociales s'y prêteraient mieux.

Pour la partie affichage des auteurs, en revanche, il n'y avait pas consensus. Une partie de l'équipe ne voyait pas pourquoi ne pas le faire, puisque c'était possible ; et que les auteurs seraient ainsi motivés à faire des contributions de qualités, et être reconnus pour celles-ci. De l'autre côté, il était avancé que la promotion de ses œuvres n'était pas le but de *MARkS* ; que l'anonymat encouragerait une plus large audience à soumettre ses contributions ; et qu'un style reconnaissable ou l'apposition de sa signature permettrait à ceux qui le souhaiteraient une tout aussi bonne visibilité, mieux intégrée au principe. Il fut finalement décidé de ne pas afficher l'identité des auteurs.