

Désassemblons le numérique

*#Episode13 : Déchets, alimentation,
carbone : explorer notre impact grâce
au numérique*



Bonjour à toutes et à tous et bienvenue dans ce nouvel épisode de *Désassemblons le numérique*. Aujourd'hui, nous accueillons trois scientifiques de l'équipe-projet Bivvac du Centre Inria de l'université de Bordeaux. Eugénie Brasier, post-doctorante, Aymeric Ferron, doctorant et Ambre Assor, ancienne doctorante de l'équipe et maintenant post-doctorante au sein de l'équipe Aviz du Centre Inria de Saclay. Dans cet épisode, réalisé à l'occasion de la Journée mondiale zéro Déchet, nous allons explorer comment la recherche en visualisation immersive peut nous aider à mieux comprendre notre impact environnemental. Nous verrons ainsi comment des outils numériques permettent de rendre visibles des données abstraites comme la quantité de déchets générés, l'impact de notre alimentation ou encore notre empreinte carbone. Bonjour à tous les trois.

Avant d'agir, il faut prendre conscience de notre impact. Mais comment rendre visible quelque chose d'aussi abstrait que les déchets que nous produisons au quotidien ? C'est là qu'intervient la réalité mixte. Ambre, pourrais-tu nous expliquer en quoi consistent les travaux que tu as réalisés au sein de l'équipe-projet Bivvac sur la visualisation des déchets grâce à la réalité augmentée ?

Ambre Assor _ Le projet part d'un constat assez simple c'est qu'on est dans une société qui, pour notre confort quotidien, a tendance à évacuer les choses qui nous gênent. Donc les déchets en font partie et donc ça passe par plein de mécanismes d'acheminement des déchets. Donc par exemple, l'eau des toilettes, elle est vite évacuée, les poubelles dans la rue pour les évacuer très vite. Les raisons sanitaires et donc le seul rapport qu'on a avec cette quantité de déchets qu'on produit, c'est des représentations qui sont assez abstraites, donc des chiffres et des pourcentages des graphiques. C'est comme ça, surtout qu'on communique par rapport à la quantité de déchets qu'on produit. Et donc de ce constat-là, on s'est dit que c'était intéressant de recréer ces accumulations de déchets dans l'environnement proche de l'utilisateur, en s'affranchissant de toutes les contraintes physiques que ça implique, et notamment des contraintes sanitaires dont je parlais juste avant. Et on se dit que, en représentant de manière concrète et à l'échelle ces quantités de déchets, on peut permettre une meilleure prise de conscience de ce que représente tout ce qu'on déverse dans la nature.

En quoi la perception joue-t-elle un rôle clé dans la prise de conscience ?

Ambre Assor _ Quand on a un jeu de données ou quelque chose qu'on veut transmettre, notre choix de représentation permet de jouer sur la compréhension et la compréhension est clé pour la prise de conscience, je pense.

Est ce que tu pourrais nous donner des exemples des premiers résultats que tu as obtenus avec ce projet ?

Ambre Assor _ La réalité augmentée, c'est une technologie qui permet d'afficher des hologrammes dans l'environnement réel de l'utilisateur en temps réel et qui peut même permettre d'avoir des interactions avec ces hologrammes en temps réel. Donc c'est super puisque on n'a pas besoin de faire venir de vraies poubelles et de vraies quantités d'eau sale pour communiquer leur quantité. Par contre, ça a un coût environnemental ces technologies. Donc c'est important de regarder quelle est l'efficacité de l'utilisation de ce genre de technologie pour ce genre de propos et pas juste proposer

des choses comme ça. Donc ce qu'on a essayé de regarder, c'est qu'on a essayé de comparer des interfaces de visualisation plus classiques comme des écrans, et on a essayé de comparer ça avec l'utilisation de la réalité augmentée, avec une représentation un peu plus concrète, donc des volumes de déchets. Et les premiers résultats qu'on a, c'est que la réalité augmentée provoque plus de réactions émotionnelles que les autres. Les autres technologies. Il ne faut pas s'arrêter à ce résultat-là, puisqu'il y a plein de faits qui viennent interagir avec ce qu'on est en train de regarder. Donc, comme c'est une technologie nouvelle, les gens ne sont pas forcément habitués à leur utilisation. Donc c'est un des facteurs probablement, qui influence les émotions qu'ils ressentent quand ils l'utilisent. Donc ça, c'est le premier résultat. Et en fait, le but, c'est aussi de regarder les prochaines étapes et ce qui est en train de se faire maintenant. C'est aussi de regarder un peu plus loin. Est-ce que ça a vraiment un effet sur le comportement à long terme qui est plus important que l'utilisation de technologie classique ? Est-ce qu'en termes de média de communication c'est quelque chose qui est perçu comme étant aussi crédible que d'autres supports de médias de communication ? Il y a encore plein de choses à faire. Pour l'instant, on sait que ça suscite de l'intérêt et des émotions, ce qui est déjà super cool quand on veut sensibiliser à ce genre de problématiques.

Au-delà des déchets, notre alimentation a un impact direct sur l'environnement et si nous pouvions ressentir cet impact de manière tangible ? C'est précisément ce que propose le projet *Edo*. Eugénie, est ce que tu pourrais nous présenter ce projet et son objectif principal, s'il te plaît ?

Eugénie Brasier _ Oui bien sûr. Alors, vous n'êtes pas sans savoir qu'aujourd'hui on s'inquiète beaucoup du dérèglement climatique. Donc celui-ci, il est causé par l'émission des gaz à effet de serre, comme par exemple le dioxyde de carbone qu'on appelle aussi CO₂. Donc celui-ci, il est naturellement présent dans l'atmosphère et les activités humaines vont avoir tendance à en dégager davantage. C'est ce qui va causer le réchauffement climatique. Le projet *Edo*, c'est un projet qui a été publié par l'équipe Bivwac, donc plus particulièrement Kim Sauvé en 2023. Et il s'intéresse à comment est-ce qu'on peut aider les personnes à mieux comprendre les données qui sont liées à ces émissions de gaz à effet de serre. L'idée, c'est qu'elle prenne en compte cet aspect dans leurs choix alimentaires, donc dans ce projet en particulier, chaque famille d'aliments est associée à un jeton dont la taille dépend de la quantité de gaz à effet de serre émise lors de chaque phase de son cycle de production. Par exemple, un jeton qui va représenter la viande de bœuf dont l'estimation des gaz à effet de serre est d'environ 28 Kg de CO₂ équivalent par kilos, il va être quatre fois plus gros qu'un jeton qui va représenter la viande de porc dont la production va être un peu plus basse sept kilogrammes de CO₂ équivalent par kilo. Donc c'est un projet qu'on appelle de physicalisation de données, c'est à dire qui permet de visualiser les données sous une forme physique. Donc ici, c'est la taille du jeton qui représente l'impact carbone de l'aliment auquel il correspond. Ce projet, il a été présenté sous la forme d'un panneau assez gros installé dans une cafétéria du laboratoire et Kim a demandé à des contributeurs volontaires d'ajouter dans un contenant transparent un jeton pour chaque famille d'aliments qu'ils ont consommé lors de leur repas du 12 h. Donc l'idée, c'est que chaque contributeur va être en mesure de comparer l'impact carbone de deux repas différents et de se faire une idée sur l'impact global du groupe. S'il regarde le panneau à la fin du repas pour préciser les données considérées pour ce projet, ce sont les

données officielles de l'ADEME qui est l'Association pour la transition écologique et elles sont disponibles sur leur site.

Quels types de réactions ont été observées chez les personnes qui utilisent *Edo* et est-ce que cette expérience modifie leur rapport à leur consommation alimentaire ?

Eugénie Brasier _ Oui, donc pour le coup, il y a eu beaucoup, beaucoup de réactions suite à ce projet. Alors tout d'abord, les personnes qui ont contribué au dispositif, elles ont révélé avoir été super surprise de l'empreinte carbone disproportionnée que pouvaient avoir certains aliments. Comme j'en parlais tout à l'heure, la viande rouge, ça leur a permis de réaliser vraiment l'impact environnemental qu'elles pouvaient avoir au quotidien. Et ça les a aussi incités à réduire progressivement leur consommation de viande rouge quand c'est possible. Alors Eidos a aussi agi comme l'instigateur de nombreuses discussions autour de l'impact environnemental des aliments, mais aussi sur d'autres sujets, comme par exemple la souffrance animale, la déforestation ou la pêche intensive. Globalement, ces premières observations restent très encourageantes et elles suggèrent un impact très positif au long terme, que ce soit pour les connaissances qu'ils apportent ou les possibles diminutions de l'impact environnemental d'un groupe d'individus. Mais il y a encore des défis à ce projet-là qui pourraient peut-être être résolus lors d'une prochaine version.

Et si un tel dispositif peut transformer notre perception individuelle, pourquoi ne pas le déployer à plus grande échelle, notamment dans les cantines collectives ? *ComEdo* est une évolution du projet *Edo*, mais cette fois, il a pour but d'être déployé à plus grande échelle. Eugénie, tu pourrais nous dire quelles sont les principales différences entre *Edo* et *ComEdo* alors ?

Eugénie Brasier _ *Edo* c'est un projet qui est plein de promesses mais qui demande beaucoup d'investissement pour être mis en place. Effectivement, à large échelle, en particulier s'il y a plus de contributeurs, il faut plus de jetons, forcément. Donc il faut aussi que quelqu'un s'occupe de retirer et ranger le jeton tous les jours. Et en plus de ça, on a un grand nombre de jetons différents qui impliquent que chaque contributeur va rester assez longtemps devant le dispositif pour pouvoir indiquer son repas. Donc ça, en fait, c'est ce à quoi veut pallier le projet *ComEdo* sur lequel nous, on travaille, qui se base sur le projet *Edo*.

L'idée, c'est de le rendre plus autonome et de l'installer dans des espaces de restauration collective de l'université de Bordeaux. Et pourquoi pas d'autres, d'autres espaces de restauration collective. Donc dans le projet *ComEdo*, chaque contributeur va avoir un jeton de taille unique. C'est la grande différence avec *Edo*.

Le jeton, il doit être placé dans le panneau dans une colonne qui représente la protéine principale qui a été consommée lors d'un repas. Donc ici, vu que le jeton a une taille unique, c'est la taille de chaque colonne qui va varier. Plus la production d'un type de protéine va générer de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Moins la colonne va être large. Qu'est-ce que ça veut dire ? Que certaines colonnes vont se remplir beaucoup plus vite que les autres. Typiquement, les colonnes qui correspondent à la viande rouge vont se remplir plus vite que celles qui correspondent au porc. Si on reprend l'exemple de tout à l'heure. Donc ici, on a moins de choix dans le type d'aliments qu'on peut consommer en termes de protéines. Donc ça va être viande rouge, viande blanche, volaille, poisson ou protéine végétale. Donc forcément, vu qu'on a moins de jetons, on a aussi de plus grosses approximations. Donc en réalité, il

y a parfois de grands écarts sur l'empreinte écologique entre plusieurs protéines du même type. Mais l'idée générale, ça reste la même. Et l'idée c'est quand même de réduire considérablement le temps d'action de chaque contributeur. Et pour accompagner ce passage à l'échelle, on va aussi intégrer une partie numérique au dispositif physique pour créer un panneau hybride qui devrait garder les bénéfices de la physicalisation de données dont on parlait tout à l'heure. C'est à dire garder l'aspect ludique et engageant des jetons tout en rendant le panneau plus autonome et ainsi que son redémarrage. Donc le fait de recharger les jetons, ça demande plus d'actions humaines.

Comment imagines-tu l'impact de ce projet à long terme sur les habitudes alimentaires ?

Eugénie Brasier _ Alors ce projet, à la base, il s'inscrit dans les objectifs du CROUS. L'idée, c'est que d'ici 2030, le CROUS voudrait dispenser au moins 50 % de repas végétariens. Mais plus largement, ce que nous, on espère, c'est que le projet *ComEdo*, il pourra accompagner la transition écologique en informant les usagers des espaces de restauration collective, de l'impact environnemental de leurs choix de menus. Et selon les profils des utilisateurs, il serait souhaitable que certains prennent en compte ces informations pour essayer de réduire leur empreinte carbone au long terme, que ce soit dans un espace de restauration collective ou même chez eux. Et je voudrais rajouter aussi que pour le projet *ComEdo*, on garde une trace des éléments de construction du panneau *ComEdo*. L'idée, c'est aussi de mesurer l'impact environnemental négatif de la mise en place de ce projet-là. Et pour mettre cela en perspective avec les aspects bénéfiques au long terme qu'on pourrait observer sur la diminution potentielle des émissions des gaz à effet de serre des contributeurs.

Déchets, Alimentation. Mais qu'en est-il de notre empreinte carbone ? Le projet *Dana* propose d'aller encore plus loin en intégrant la dimension des gaz à effet de serre liés à nos choix alimentaires. Aymeric, peux-tu nous expliquer ce qu'est le projet *Dana* et en quoi il prolonge les travaux sur *Edo* et *ComEdo* ?

Aymeric Ferron _ Oui, tout à fait. Donc moi, quand je suis arrivé chez Bivwac, j'ai découvert le projet *Edo* et je me suis dit c'est super intéressant pour voir les gaz à effet de serre qui sont émis après un repas. Mais en fait, on ne va pas voir les conséquences de ces gaz à effet de serre sur l'environnement. Donc moi je me suis posé la question : en projet de visualisation, comment on pourrait voir ce qui se passe ensuite ? Et j'ai décidé d'explorer ce que j'ai appelé des visualisations mandataires, c'est à dire de voir les conséquences des gaz à effet de serre sur un mini-monde qui simule la terre. Donc l'idée c'est j'ai créé un petit monde virtuel qui reproduit les limites planétaires de la Terre. Et donc, lorsque les utilisateurs vont pouvoir composer des repas derrière, ils vont pouvoir faire évoluer ces repas dans le temps. Et en fait, lorsque ces repas sont soutenables, alors le minimum ne va pas changer. Et s'il y a une trajectoire qui n'est pas soutenable, alors il va y avoir un impact sur visuel. En fait sur on va voir le monde changer pour le pire, j'ai envie de dire.

Comment simules-tu les différents régimes alimentaires et leur impact en termes d'émission de gaz à effet de serre ?

Aymeric Ferron _ J'utilise une base de données gouvernementale qui s'appelle Agribalyse, qui est gérée par l'ADEME. Il y a plein de données dedans, notamment seize indicateurs différents, dont les

trois qui m'intéressent principalement, qui sont les gaz à effet de serre, la consommation d'eau douce et l'utilisation des sols. Moi, c'est ce que je représente dans *Dana*. Mais par contre on peut aussi trouver d'autres choses comme l'eutrophisation, la, l'émission de particules fines, la perte de qualité de la couche d'ozone aussi par exemple. Et donc ces données sont intéressantes parce qu'en fait elles prennent en compte tous les impacts environnementaux de la fourche à la fourchette. Donc ce qu'on appelle l'analyse de cycle de vie. Donc on va parler de l'agriculture, du transport, de la transformation, du packaging et jusqu'à la consommation. Et moi, je récupère ces données-là et je demande aux gens de composer des menus. Derrière, j'ai une simulation qui va tourner, qui va en fait simplement faire la somme des impacts au fur et à mesure. Par exemple, pour les gaz à effet de serre, il va y avoir la limite planétaire qui, du changement climatique, dit la Terre, est capable d'absorber une partie des gaz à effet de serre par an. Si on excède cette capacité, en fait, ces gaz à effet de serre vont partir dans l'atmosphère qui va la réchauffer. Ça a pour conséquence d'entraîner le réchauffement des océans, ce qui va en fait dilater l'eau. Donc l'eau va augmenter de volume. Donc l'eau en fait, mécaniquement déjà va augmenter. Et en plus de ça, on a la fonte des glaciers, ce qui va aussi entraîner une augmentation du niveau de la mer. Donc moi, globalement en fait, ce que je fais assez grossièrement d'ailleurs dans *Dana*, ce n'est pas très précis comme modélisation, mais en fait, quand les gaz à effet de serre dans l'atmosphère augmentent, j'augmente en fait le niveau des océans et je diminue la taille des glaciers par exemple.

L'un des enjeux de *Dana*, c'est aussi d'examiner la manière dont les gens perçoivent les visualisations de données. Pourquoi tester différentes formes de représentations et quels premiers résultats astu obtenus ?

Aymeric Ferron _ Alors en fait, il y a des sondages qui montrent que les Françaises et les Français s'intéressent assez au changement climatique et à leurs conséquences. Mais en fait reproche aux médias, c'est souvent à travers les médias qu'on va apprendre ce genre de choses qu'ils n'ont pas une approche assez concrète et pédagogique. Donc c'est vraiment l'idée de *Dana* d'avoir une approche beaucoup plus concrète et pédagogique et donc de voir ensuite derrière si les gens comprennent mieux ou pas. Alors *Dana*, moi je ne l'ai pas testé avec des utilisateurs, c'était vraiment une preuve de concept. Par contre, on a fait un autre projet où là on a testé des visualisations qu'on appelle concrètes, c'est à dire en fait un peu dans l'esprit de *Dana*, où on va avoir aussi le minimum qui évolue. Visualisation conquête, c'est quand on représente une donnée à travers des objets du quotidien. Donc typiquement pour l'eau, c'est très facile à faire. Au lieu de parler de mètre cube d'eau qui est parfois un peu qui est très abstrait en fait, on va plutôt représenter ça sous forme de bouteille d'eau et donc on va savoir la quantité d'eau vraiment, parce qu'on va pouvoir se projeter dans notre quotidien et donc si ça paraît plus concret, on se demandait si les gens trouveraient ça tout aussi crédible que par exemple des graphiques scientifiques comme ce qu'on a l'habitude des histogrammes, des camemberts ou tout ce genre de choses. Donc on a mené une expérience à ce sujet l'été dernier. Et nous, donc, on a on n'a pas réussi à montrer des faits, de la réalité augmentée ou des visualisations concrètes sur la perception de la crédibilité. Donc ça veut dire que c'est plutôt encourageant et qu'en fait on peut utiliser ce genre de moyens concrets sans faire du mal en fait, à la perception de la crédibilité.

A terme, comment est-ce que tu imagines l'application concrète de ce projet dans notre quotidien ?

Aymeric Ferron _ En fait, je pense qu'il y a plein de plein de façons de l'étendre. Une façon de l'étendre, en fait, ce serait d'avoir un système qu'on appelle de l'« *auto-logging* ». C'est à dire que tous les jours, en fait, les personnes peuvent rentrer dans un logiciel, ce qu'elles mangent, et en fait, au fur et à mesure, en fait, elles vont voir les impacts environnementaux évoluer. Et en fait, chacun aurait son petit monde dont il faudrait prendre soin. Et en fait ça pourrait essayer d'encourager les gens. En tout cas, ça il faudrait l'étudier bien sûr, mais ça on espère que ça pourrait encourager les gens à manger. Donc plus végétarien en l'occurrence. Et pourquoi pas aussi ajouter une dimension sociale où là on pourrait mettre plusieurs personnes responsables de ce petit monde-là. Et en fait là, on aurait les gens qui interagiraient entre eux aussi. C'est en fait ce qui était, ce qui était apparu avec *Edo* également, parce qu'en fait il y avait beaucoup d'interactions entre les personnes et c'est aussi super intéressant d'un point de vue psychosocial de voir comment les gens interagissent pour pour soit changer de comportement ensemble ou pas d'ailleurs. C'est tout l'enjeu de nos recherches.

Grâce aux sciences du numérique, il devient possible de rendre visible des phénomènes abstraits et pourtant essentiels à la transition écologique, de la visualisation des déchets, à la compréhension des impacts alimentaires sur le climat. Ces recherches nous offrent des outils concrets pour agir de manière plus éclairée. Merci à tous les trois Aymeric, Eugénie, Ambre pour ces échanges passionnants et à bientôt pour un prochain épisode de Désassemblant le numérique.