Partenariat épistémique et recherche participative : le projet COOBRA comme démonstrateur méthodologique

Madjid Sadallah
Universite Claude Bernard Lyon 1
CNRS, INSA Lyon, LIRIS, UMR5205
69622 Villeurbanne, France
madjid.sadallah@liris.cnrs.fr

Benoît Encelle
Universite Claude Bernard Lyon 1
CNRS, INSA Lyon, LIRIS, UMR5205
69622 Villeurbanne, France
benoit.encelle@liris.cnrs.fr

Alain Mille
Coexiscience & NatBraille Association
1 Rue du Luizet
69100 Villeurbanne, France
alain.mille@gmail.com

Vivien Guillet
Universite Claude Bernard Lyon 1
69622 Villeurbanne, France
vivien.guillet@univ-lyon1.fr

Jérémy Virgo
Coexiscience
1 Rue du Luizet
69100 Villeurbanne, France
jeremy.virgo@protonmail.com

***Résumé*—Les personnes déficientes visuelles (DV) restent marginalisées dans les parcours scientifiques, freinées par l'inaccessibilité des documents techniques et par l'absence de collaboration "équitable" avec les voyants. Si la conception participative est désormais une pratique courante, elle n'engage pas les utilisateurs DV comme co-chercheurs. Cet article présente l'application du *partenariat épistémique* (co-construction de savoirs) dans le cadre d'un projet ANR SAPS (Science Avec et Pour la Société) lié à l'accessibilité numérique. Notre contribution est méthodologique : nous opérationnalisons ce partenariat avec un niveau élevé d'exigence (constitution d'un collectif paritaire, gouvernance par non-dissensus, accessibilité intégrale du dispositif de recherche) ; nous démontrons la faisabilité de travaux empiriques rigoureux entièrement co-construits ; nous exploitons la réflexivité comme levier de conception, en transformant les difficultés d'*awareness* vécues dans le collectif en spécifications techniques. Cette approche renouvelle ainsi la recherche en accessibilité en répondant à l'ambition d'une science avec et pour la société.**

***Mots clés*—Partenariat épistémique, Recherche participative, Déficience visuelle, Science avec et pour la société**

I. Introduction

Les personnes déficientes visuelles (DV) restent largement sous-représentées dans l'enseignement supérieur scientifique et les emplois techniques [1], [2]. Cette persistance de l'exclusion, malgré plusieurs décennies de recherche en technologies d'assistance, tient à deux verrous rarement abordés de manière conjointe. Le premier est l'accessibilité et la manipulation de structures bidimensionnelles — équations, tableaux, graphes. Pour les équations et les tableaux, le Braille, via des codes spécialisés tels que Nemeth ou le code Braille mathématique français, demeure la modalité de référence [1]. Pour les graphes, c'est le tactile au sens large — graphiques en relief, embossage, souvent complétés d'étiquettes Braille — qui constitue l'outil principal [3], [4]. Or les logiciels courants ne permettent ni de produire ni de manipuler ces structures de façon satisfaisante. Le second verrou est la collaboration synchrone entre personnes DV et voyantes sur ces mêmes contenus, entravée par un déficit persistant de conscience mutuelle des actions (*shared awareness*) [5]–[7].

Ces deux dimensions se renforcent mutuellement. Les transcripteurs Braille professionnels (DBT, BrailleBlaster) offrent une accessibilité individuelle de haut niveau mais sont mono-utilisateurs, tandis que les éditeurs collaboratifs grand public (Google Docs, Overleaf) assurent une collaboration fluide pour les voyants mais ignorent le Braille. Cette double fracture — technique et méthodologique — verrouille l'innovation et cantonne les usagers DV à un rôle d'assistés.

Le projet COOBRA (*Coopération entre voyants et déficients visuels braillistes pour apprendre et travailler ensemble*, 2025–2027) [1] lauréat de l'appel « Science Avec et Pour la Société » (SAPS) de l'ANR, vise à lever ce verrou en étendant NatBraille, éditeur web open source de documents scientifiques en noir et en Braille [8], [9], vers l'édition collaborative multimodale synchrone. Notre thèse est qu'une telle ambition ne saurait reposer sur la seule amélioration technique incrémentale : elle requiert un changement de posture épistémique. Les utilisateurs DV doivent être associés comme co-chercheurs à part entière, de la formulation des questions à l'interprétation des résultats. Nous désignons cette posture par l'expression *partenariat épistémique*, qui s'inscrit dans la filiation des approches participatives avancées (CBPR, APRD, *inclusive research*) et répond aux critiques récentes sur l'incapacité de la participation « standard » à produire une réelle co-constitution des savoirs [10]–[12].

Cet article met l'accent sur l'apport méthodologique de ce partenariat. Il en documente les modalités concrètes (constitution d'un collectif paritaire, gouvernance par non-dissensus, accessibilité de l'ensemble du processus de recherche), en

1. https://coobra.liris.cnrs.fr/

montre la faisabilité empirique à travers deux chantiers intégralement co-construits — une revue systématique suivant la méthodologie PRISMA et une enquête de terrain —, et exploite la dimension réflexive comme levier de conception, en faisant des difficultés collaboratives éprouvées au sein du collectif une source de spécifications techniques. La section II situe notre démarche dans l'état de l'art de la recherche participative. La section III détaille la méthodologie partenariale déployée. La section IV présente les premiers résultats des travaux co-construits. La section V analyse les apports, les défis et les limites de cette approche. Nous concluons sur les perspectives ouvertes par ce projet.

II. Ancrage théorique et état de l'art

A. Recherche participative

La recherche participative puise ses fondements dans plusieurs sources qui partagent une même exigence : associer les personnes concernées à la production des connaissances qui les concernent. Dès 1946, Lewin formalise la *recherche-action* comme un cycle itératif entre enquête et transformation sociale [13], [14] ; Freire [15] y ajoute une épistémologie de l'émancipation qui légitime les savoirs des opprimés. Dans la continuité, la *recherche-action participative* (PAR) [16], [17] et la *Community-Based Participatory Research* (CBPR) [18]–[20] formalisent des principes méthodologiques stricts – partenariat équitable, renforcement des capacités, engagement durable. Parallèlement, le design participatif scandinave [21], [22] intègre les travailleurs comme co-concepteurs, articulant design et démocratie industrielle.

Ces approches, malgré leur fécondité, se heurtent à des mises en œuvre très variables. Arnstein [23] distingue non-participation, coopération symbolique et pouvoir citoyen ; Cornwall [24] dénonce l'usage inflationniste du terme « participation » qui vide le concept de sa substance. Les critiques contemporaines durcissent le constat. À partir d'entretiens avec des chercheurs engagés, Block [10] constate que la recherche participative peine encore à produire une véritable co-constitution égale des savoirs : les notions d'*empowerment* et de co-production reconduisent souvent des asymétries épistémiques. Estabrooks [11] invite à questionner les hypothèses implicites qui présentent la co-production comme une voie nécessairement supérieure à la recherche traditionnelle — un rappel que l'ambition transformatrice ne va pas de soi.

B. Recherche participative et déficience

Dans le champ des technologies d'assistance, la conception participative est aujourd'hui reconnue comme une bonne pratique [25]. Cette reconnaissance s'ancre dans les épistémologies critiques du handicap. Le slogan *« Nothing About Us Without Us »* [26] n'est pas seulement un mot d'ordre politique : il pose une exigence méthodologique fondamentale, en prolongeant le *modèle social* du handicap [27] qui déplace le « problème » de la déficience individuelle vers les barrières environnementales et attitudinales.

Plusieurs travaux illustrent la fécondité d'une posture participative avancée. Manis et al. [28], [29] ont co-construit un diplôme de troisième cycle ("post-grade") en études sur la déficience visuelle en associant 255 enseignants et 50 parties prenantes via une méthodologie de réflexion-action participative (PRA). Cette recherche démontre la faisabilité d'une co-construction de programmes d'études à grande échelle et la pertinence d'une implication durable des acteurs de terrain. La participation reste pourtant trop souvent cantonnée à la consultation, maintenant les personnes DV dans un statut de « sujets » plutôt que de partenaires épistémiques – une exigence encore largement à opérationnaliser.

C. Partenariat épistémique

Face à ce constat d'échec, des cadres méthodologiques émergent pour institutionnaliser un partenariat authentique. En sciences de l'information et des bibliothèques, Nesset et al. [12] ont formalisé l'*Action Partnership Research Design* (APRD). Cette approche « human-centered » vise explicitement *« à atténuer ou supprimer les structures hiérarchiques souvent inhérentes au processus de recherche, permettant ainsi une contribution égale de tous »*. L'APRD repose sur le principe de *partenariat* : chaque membre – chercheur ou participant – possède une expertise unique, et il s'agit d'*« aplatir les hiérarchies »* qui réduisent trop souvent les participants à des sujets.

C'est dans cette filiation que nous définissons le *partenariat épistémique*. Par cette expression, nous désignons très précisément une configuration de recherche où les personnes déficientes visuelles sont co-chercheuses à part entière, impliquées dans l'élaboration des questions, le choix des méthodes et l'interprétation des résultats, et où leur expertise d'usage est traitée comme une compétence de même niveau que l'expertise académique. Cette exigence, déjà présente dans les épistémologies du handicap [26], [27], est ici érigée en principe méthodologique opératoire. Trois caractéristiques distinguent sa mise en œuvre dans COOBRA :

1) **Transposition à un domaine technique complexe.** Dans l'édition collaborative Braille, la complexité technique est souvent invoquée pour cantonner les utilisateurs DV à un rôle de consultants. Nous soutenons l'inverse : cette complexité rend le partenariat épistémique *nécessaire*, car seuls les usagers experts peuvent spécifier finement les besoins, évaluer la pertinence écologique des solutions et anticiper les usages.
2) **Documentation systématique et réflexivité sur les conditions concrètes.** Nous documentons ses modalités opérationnelles (collectif paritaire, gouvernance par non-dissensus, accessibilité intégrale) pour rendre le cadre reproductible, discutable et perfectible.
3) **Exploitation de la réflexivité comme méthode de conception.** Nous opérationnalisons l'*epistemic caring* de Block en transformant les difficultés collaboratives vécues au sein du collectif (défauts d'*awareness*, asymétries de participation) en données empiriques et en spécifications techniques. Le projet devient ainsi son propre terrain d'investigation.

Ainsi conçu, le partenariat épistémique correspond à ce qu'Arnstein [23] nomme le *pouvoir citoyen* – le niveau le plus élevé de son échelle, où les participants non académiques ne sont ni simplement consultés ni associés, mais disposent d'un réel pouvoir de décision et de co-détermination des savoirs. L'originalité de notre approche est d'appliquer ce niveau d'exigence à un domaine technique réputé difficile, et d'y adosser une méthode originale – la réflexivité comme levier de conception – qui transforme les difficultés mêmes de la coopération en ressources pour l'innovation.

En situant notre travail dans la continuité des cadres participatifs avancés (CBPR, APRD, *inclusive research*), nous contribuons à leur opérationnalisation dans un secteur – l'accessibilité numérique – où la participation reste trop souvent cantonnée à la consultation ou à la validation *a posteriori*.

D. Double dichotomie des solutions techniques actuelles

Ce positionnement épistémique trouve un terrain d'application idéal dans le verrou technique et méthodologique que nous cherchons à lever. L'analyse de la littérature et de l'offre logicielle met en évidence une double dichotomie.

a) Dichotomie technique: D'un côté, les transcripteurs Braille professionnels (DBT, BrailleBlaster, Eurobraille) offrent une accessibilité individuelle de haut niveau mais sont conçus pour un usage mono-utilisateur et ne permettent donc pas la collaboration. De l'autre, les plateformes collaboratives grand public (Google Docs, Overleaf) assurent une collaboration synchrone fluide pour les voyants, mais ignorent les problématiques spécifiques à l'usage du Braille : une équation insérée comme image n'est pas transcriptible en Braille mathématique, un tableau mis en forme visuellement n'est pas navigable au clavier ou à la plage tactile, et aucun mécanisme de sortie Braille n'est prévu nativement.

b) Dichotomie méthodologique: La recherche sur la collaboration DV-voyants [6], [7], [30], [31] explore des pistes prometteuses, mais se heurte à trois limites récurrentes : le cas spécifique des documents scientifiques complexes (incluant équations, tableaux, graphes) est rarement traité ; les évaluations restent majoritairement en laboratoire, sur des tâches simplifiées et des durées brèves ; et surtout, ces travaux, quand ils abordent la conscience de l'activité, se limitent souvent à une awareness individuelle plutôt que de concevoir une véritable *shared awareness* – cette conscience partagée et mutuelle des actions, intentions et focalisations attentionnelles — telle que documentée dans les travaux sur l'édition collaborative accessible [32], [33]. Cette limitation est d'autant plus critique pour la collaboration DV-voyants que les asymétries perceptives rendent la shared awareness à la fois plus difficile à établir et plus nécessaire.

Ces deux dichotomies se renforcent mutuellement : l'absence de collaboration synchrone dans les outils Braille légitime que la recherche sur l'édition collaborative ignore le Braille ; réciproquement, l'absence de prise en compte du Braille dans les éditeurs collaboratifs conforte les développeurs de transcripteurs dans leur focalisation sur l'usage individuel. Cette situation verrouille l'innovation et maintient bon nombre de DV dans une position d'« assistées ». Lever ce verrou nécessite donc une intervention à la fois technique *et* épistémique. C'est l'ambition du projet COOBRA : développer une plateforme intégrant collaboration synchrone *et* Braille, selon une méthodologie de partenariat épistémique associant les DV à toutes les étapes.

III. Méthodologie

A. Questions de recherche

Conformément aux principes du partenariat épistémique — implication dès la genèse, reconnaissance des expertises multiples et aplatissement des hiérarchies — les questions de recherche initiales soumises à l'ANR ont été affinées collectivement lors des premières rencontres plénières.

1) **Accès et manipulation des structures 2D (QR1)** : Comment caractériser un dispositif permettant aux DV d'explorer, comprendre et éditer des structures bidimensionnelles (équations, tableaux, graphes) ? Quelles combinaisons de modalités, quel degré de redondance et quel rôle pour l'assistance intelligente (IA) ?
2) **Collaboration multimodale DV-voyants (QR2)** : Quels processus et interfaces multimodales facilitent une édition collaborative fluide et équitable entre DV et voyants ? Comment concevoir et évaluer des mécanismes de *shared awareness* adaptés ?

Les échanges collectifs ont précisé plusieurs points. Les témoignages sur l'« exclusion interactive » ont renforcé l'importance des mécanismes d'*awareness* dans la QR2. L'expérience des participants a souligné la nécessité d'intégrer des critères subjectifs — charge cognitive, appropriation à long terme — souvent négligés dans la littérature. Enfin, des évaluations écologiques longitudinales ont été préférées aux études en laboratoire, moins représentatives des conditions réelles. Ces orientations ont guidé les choix méthodologiques du projet.

B. Constitution du collectif partenarial et gouvernance

1) Recrutement et composition: Le collectif a été constitué entre octobre et décembre 2025 par une campagne multi-canaux : listes de diffusion spécialisées, base historique des utilisateurs de NatBraille (plus de 200 personnes sur dix ans), partenariats institutionnels (missions handicap universitaires, associations en lien avec les DV) et réseaux professionnels (formateurs, transcripteurs, enseignants DV, chercheurs). Le projet COOBRA rassemble actuellement une trentaine de participants répartis en trois sphères d'expertise complémentaires : chercheurs (informatique, ergonomie, sciences de l'éducation, sociologie) ; professionnels de l'éducation spécialisée et de l'accessibilité (enseignants, directeurs d'établissements, responsables de missions handicap, transcripteurs) ; personnes DV et associations partenaires œuvrant pour l'accessibilité des personnes DV, le Braille, et l'accompagnement de projets participatifs (Valentin Haüy, Point de Vue sur la Ville, la Miete/Tactilab, NBA, Coexiscience). Cette composition permet aux savoirs académiques, techniques et expérientiels de s'enrichir mutuellement.

2) Instances de coordination et prise de décision: Deux instances assurent la coordination du projet. Le *comité de pilotage* réunit le coordinateur et un responsable pour chaque partenaire fondateur : il assure la gestion stratégique et opérationnelle (réunions bi-mensuelles). Le *comité scientifique* rassemble au moins un chercheur de chaque équipe de recherche et un représentant de chaque association fondatrice ; il veille à la validité scientifique, oriente les recherches et garantit un nombre suffisant de participants aux expérimentations (réunions bi-mensuelles). Ces deux comités forment l'*équipe-noyau*. Au-delà de ces deux entités, tous les acteurs du projet sont amenés à veiller sur le projet de recherche participative : chacun le fait de manière individuelle en y assurant un rôle actif et de manière collective en participant aux débats et décisions.

Les décisions touchant aux orientations stratégiques, opérationnelles ou scientifiques suivent un processus en quatre étapes : (1) émergence d'une proposition par l'équipe-noyau ; (2) discussion élargie à l'ensemble du collectif ; (3) décision par **non-dissensus** : une proposition est adoptée si, après débat, personne ne s'y oppose formellement. En cas d'opposition, un travail collectif intègre les contraintes exprimées pour aboutir à une nouvelle proposition, jusqu'à l'obtention d'un non-dissensus ; (4) traçabilité par des comptes rendus accessibles soumis au groupe puis archivés. Cette méthode de décision collective opérationnalise l'« aplatissement des hiérarchies » [12] et place les personnes de terrain qui le souhaitent au même niveau décisionnel que les chercheurs académiques.

Pour permettre une implication modulable et respectueuse des disponibilités de chacun, quatre niveaux de participation non exclusifs ont été définis : **noyau** (gestion quotidienne, animation) ; **méta** (experts qui suivent le projet et apportent un regard critique sans participation opérationnelle quotidienne) ; **expérimentateur** (pilotage d'une ou plusieurs expérimentations) ; **cohorte** (participation à une ou plusieurs expérimentations). Les personnes DV sont présentes à tous les niveaux décisionnels. Les parties prenantes sont également associées aux tâches de valorisation (séminaires, présentations, dissémination), ce qui constitue un élément de garantie de la qualité du travail et de sa diffusion dans la société, conformément aux ambitions du programme SAPS.

C. Organisation en lots de travail et modalités opérationnelles

Le projet est structuré en cinq lots interdépendants :

1) **Lot 1 — Design de la recherche participative** : constitution et organisation du collectif, de la gouvernance, validation du calendrier.
2) **Lot 2 — État de l'art sur les questions de recherche** : revue systématique de littérature, état de l'offre logicielle, étude des pratiques réelles.
3) **Lot 3 — Accès et manipulation de structures 2D par les DV (QR1)** : conception, implémentation, expérimentations et analyse des résultats.
4) **Lot 4 — Collaboration multimodale DV-voyants (QR2)** : conception, implémentation, expérimentations et analyse des résultats.
5) **Lot 5 — Valorisation et dissémination** : production scientifique, communication, finalisation des développements open source ; actions conjointes chercheurs-parties prenantes.

Plusieurs modalités de travail complémentaires ont été déployées. Les rencontres plénières (deux demi-journées en novembre 2025 et janvier 2026) ont réuni l'ensemble du collectif pour présenter le projet, co-valider les QR, identifier conjointement les besoins et prendre des décisions collectives. Lors de ces rencontres, deux sous-groupes de travail ont été constitués et se réunissent régulièrement : « État de l'art et besoins » et « Accès et manipulation de structures 2D ». Enfin, une animation continue est assurée via des réunions en ligne, des communications asynchrones (liste de diffusion, newsletters régulières, pads collaboratifs accessibles).

D. Principes éthiques et infrastructure d'accessibilité

Trois principes fondamentaux, discutés et adoptés collectivement, opérationnalisent les fondements du partenariat épistémique et de l'*epistemic caring*.

1) **Équité épistémique et aplatissement des hiérarchies** : reconnaissance et valorisation de l'expertise expérientielle des DV au même titre que l'expertise académique. Les décisions méthodologiques majeures sont prises collégialement lors des plénières ou par consultation formelle. Les participants sont considérés comme partenaires de recherche à part entière et non comme sujets.
2) **Accessibilité des processus** : les artefacts de recherche (comptes rendus, spécifications, questionnaires) sont produits en version accessible dès leur conception (Braille, HTML, PDF balisé, audio). Les réunions intègrent des mécanismes d'*awareness* explicites : tour de parole structuré, annonce du nom avant de parler, description systématique des contenus visuels. Cette exigence, qui dépasse les standards éthiques usuels, est la condition matérielle du partenariat épistémique.
3) **Bénéfice mutuel et valorisation partagée** : les participants bénéficient immédiatement des fonctionnalités développées dans NatBraille (principe SAPS de « retour vers la société »). Engagement d'associer les participants comme co-auteurs lorsque leur contribution intellectuelle le justifie. Propriété intellectuelle collective et diffusion en open source.

Pour matérialiser ce principe d'accessibilité intégrale des processus (*"Built-in Accessibility"*), nous avons déployé un écosystème intégré d'outils collaboratifs, tous choisis en tenant compte de leur accessibilité : **communication et coordination** (Framalistes, Zoom, HedgeDoc) ; **gestion documentaire** (Nextcloud, Obsidian avec export Markdown accessible) ; **production scientifique** (Overleaf Extended CE, LimeSurvey CE avec thème SkelVanilla audité RGAA 4) ; **communication externe** (Drupal CMS avec module Accessibility Tools). Des procédures de consultation et production documentaire accessibles ont été co-construites avec les membres DV du

groupe : principes de rédaction (structure claire, vocabulaire explicite), formats privilégiés (HTML sémantique, PDF balisé, texte structuré), description systématique des contenus visuels, mise à disposition préalable des documents avant les réunions pour permettre une appropriation tactile et/ou auditive.

IV. Premiers travaux méthodologiques

Le projet COOBRA mobilise l'expertise collective de la trentaine de participants aux profils diversifiés. Deux chantiers majeurs, co-pilotés par le sous-groupe « État de l'art et besoins », illustrent la mise en œuvre du partenariat épistémique et en démontrent la faisabilité.

A. Revue systématique de la littérature

Cette revue visait à cartographier les solutions d'accès et d'édition de contenus bidimensionnels pour les personnes déficientes visuelles. Le protocole, élaboré collectivement, a suivi les lignes directrices PRISMA 2020 [34] et a été appliqué à cinq bases couvrant 2015–2025. Sur 1525 références initiales, 66 études ont été retenues après lecture attentive.

L'analyse met en évidence une taxonomie empirique des approches de conception qui distingue les stratégies additives, augmentatives et intégratives tout en révélant un découplage entre performance technique et charge cognitive [35]. Les résultats montrent par ailleurs une domination des approches audio-tactiles et audio-haptiques, une focalisation sur les graphiques et les équations au détriment de structures plus complexes, et des évaluations quasi exclusivement en laboratoire sur de petits échantillons. Les critères subjectifs (satisfaction, charge cognitive perçue, utilisabilité) ainsi que les suivis longitudinaux restent marginaux.

La discussion collective des résultats d'analyse a identifié cinq lacunes majeures : absence de travaux sur l'édition collaborative synchrone DV-voyants, limitation aux tâches de consultation, sous-représentation du Braille – notamment mathématique –, manque d'études écologiques longitudinales, et faible diffusion open source. Ces constats ont directement orienté les priorités du projet : fonctionnalités collaboratives, intégration native du Braille, conception de mécanismes d'*awareness*, évaluations longitudinales et diffusion ouverte.

B. Enquête de terrain sur les pratiques réelles

Complémentaire à la revue, une enquête par questionnaire a été co-construite avec les partenaires DV. Leur implication est continue : reformulation des questions, proposition d'items issus de l'expérience, tests d'accessibilité sur leurs configurations, et mobilisation de leurs réseaux pour la diffusion.

Administré via une plateforme conforme au RGAA, le questionnaire couvre les profils des répondants, leurs pratiques sur différents types de contenus scientifiques (mathématiques, tableaux, graphes), l'adoption et l'abandon d'outils, ainsi que les usages émergents de l'IA générative. Diffusé depuis février 2026, il vise un échantillon d'au moins 150 personnes DV, seuil défini collectivement pour garantir des analyses robustes.

L'analyse, prévue au printemps 2026, explorera des difficultés souvent rapportées mais peu documentées : surcharge cognitive liée à la mémorisation et à la désambiguïsation, allongement du temps de travail, fatigue, craintes d'omission et obstacles liés aux contenus inaccessibles. Ces hypothèses opérationnelles, issues des échanges collectifs, guideront l'interprétation des réponses ouvertes et des données quantitatives. Sans ce partenariat épistémique, l'enquête aurait été moins pertinente, moins accessible et moins diffusée.

V. Discussion

A. Apports du partenariat épistémique

Le partenariat épistémique produit des effets tangibles à chaque étape du projet. Ces apports dépassent l'acceptabilité technique ; ils concernent la nature des connaissances produites et la pertinence écologique des choix de conception.

L'implication des participants comme partenaires à part entière dès la proposition des questions de recherche a contribué à en préciser la portée. Dans le cas de la QR2, les échanges autour du sentiment d'« exclusion interactive » ont déplacé l'attention de la seule co-édition synchrone vers les mécanismes d'*awareness* (curseur distant, sélection, intention). Par ailleurs, les participants ont insisté pour que l'évaluation intègre des critères souvent négligés dans la littérature — charge cognitive et appropriation à long terme —, jugés déterminants pour l'adoption en contexte réel.

Le choix de privilégier l'expérimentation écologique plutôt que des études contrôlées en laboratoire a été largement partagé. Deux arguments ont été avancés : les tâches artificielles ne rendent pas compte de la complexité des usages quotidiens, et l'appropriation d'un outil collaboratif requiert un temps d'ajustement mutuel. Ce parti pris renforce la validité écologique des futures évaluations et associe les participants à l'analyse de leurs propres pratiques. Cette orientation est confortée par une analyse d'études empiriques en éducation STEM, qui montre que les performances techniques ne prédisent pas le succès pédagogique et appelle à un cadrage pédagogique des outils d'assistance [36].

Lors de la discussion collective des résultats de la revue systématique, l'expertise d'usage des participants DV a éclairé plusieurs résultats contre-intuitifs. Des solutions sonores bien notées en laboratoire sont absentes des environnements réels : l'explication avancée est qu'en situation écologique, tout outil difficile à intégrer dans une chaîne de travail existante est rapidement abandonné, indépendamment de ses performances ponctuelles. Ce constat fait écho à une méta-analyse récente des systèmes d'IA pour l'accessibilité, qui révèle un indice de risque plus élevé pour les architectures transformer et plaide pour une conception centrée sur la vérifiabilité par l'utilisateur [37]. Cette mise en regard des données quantitatives et des savoirs expérientiels — rendue possible par le partenariat épistémique — produit une interprétation contextualisée et directement opérationnelle.

B. La dimension réflexive

Le projet constitue lui-même un terrain d'investigation pour la collaboration DV-voyants. Les difficultés pratiques rencontrées dans l'animation du collectif — qu'il s'agisse

de la coordination en réunion, de l'accès aux documents partagés ou de l'usage des outils numériques — ont conduit à l'adoption progressive de règles de communication, de formats accessibles et de procédures de travail. Ces ajustements, négociés collectivement, sont documentés et analysés comme des données empiriques. Ils éclairent directement les besoins techniques à adresser et opérationnalisent, dans notre contexte, ce que Block nomme l'*epistemic caring* [10].

Les difficultés rencontrées dans la coordination du projet – identifier la source d'une intervention, signaler sa présence active, décrire un contenu visuel sans ambiguïté – sont les mêmes que celles documentées par Das et al. [32] pour l'édition collaborative accessible. Éprouvées au sein du collectif, elles sont ainsi devenues des données pour concevoir les mécanismes destinés aux utilisateurs finaux.

C. Défis méthodologiques et limites

1) Accessibilité des processus: La production systématique de documents accessibles représente un surcoût en temps et en compétences par rapport à une recherche classique. Cet investissement s'avère stratégique : il conditionne l'inclusion réelle des participants déficients visuels (DV) ; les descriptions textuelles de diagrammes se révèlent utiles y compris pour des chercheurs voyants non spécialistes ; et les artefacts accessibles constituent une documentation structurée et réutilisable.

2) Coordination d'un collectif distribué: La dispersion géographique des participants complexifie l'articulation entre présentiel et distanciel. Les réunions plénières génèrent une lourde logistique (déplacements, hébergements, accessibilité des lieux) tandis que les réunions en ligne, plus aisément organisables, souffrent de déficits d'*awareness* que nous avons documentés pour informer la conception. Maintenir l'engagement à long terme exige une attention soutenue, passant par une communication régulière et une reconnaissance explicite des contributions.

a) Soutenabilité de l'engagement: L'implication des participants DV, souvent bénévoles, s'ajoute à leurs contraintes professionnelles et personnelles. La charge cognitive et temporelle induite par les réunions, la lecture de documents longs, les tests itératifs et les échanges asynchrones peut engendrer une fatigue importante et menacer la stabilité du collectif. La pérennité du partenariat épistémique dépend donc d'une gestion fine de la répartition des sollicitations, d'une valorisation systématique des apports et d'une grande flexibilité des modalités de participation — un enjeu structurel souvent sous-documenté dans la littérature participative.

b) Médiation entre usage et technique: La traduction des besoins exprimés en situation (« je ne sais pas qui a modifié quoi ») en spécifications techniques opérationnelles constitue un travail continu et exigeant de va-et-vient entre développeurs et participants DV. Ce processus de médiation, rarement explicité dans les comptes rendus de recherche, forme pourtant le cœur opérationnel du partenariat épistémique.

3) Limites: Notre recherche reste située et exploratoire. Le collectif, composé de personnes volontaires et expertes, ne représente pas l'ensemble de la population DV — une limite que l'enquête de terrain en cours vise à réduire. Les résultats présentés sont préliminaires et devront être consolidés par des évaluations longitudinales en contexte écologique.

4) Perspectives: Les travaux à venir visent à consolider et étendre notre démarche. Un second cycle de revue systématique portera sur la collaboration synchrone DV-voyants (QR2) pour approfondir l'état de l'art sur les mécanismes d'*awareness* et l'édition conjointe accessible. Les prototypes collaboratifs de NatBraille seront développés de manière itérative, intégrant les besoins issus des travaux et échanges participatifs. Une évaluation longitudinale en contexte écologique, co-construite avec tous les participants, sera menée auprès de groupes DV-voyants en situation réelle de travail scientifique. L'ensemble des développements sera diffusé en open source, et la méthodologie partenariale sera formalisée en modèles réutilisables, afin de soutenir d'autres projets SAPS et de favoriser l'émergence d'une communauté de pratique sur la recherche participative accessible.

VI. Conclusion

Le projet COOBRA opérationnalise le partenariat épistémique dans un domaine technique peu étudié : l'édition collaborative de documents scientifiques impliquant DV et voyants. Notre contribution est méthodologique. Nous montrons qu'un tel cadre peut être mis en œuvre de façon rigoureuse – collectif paritaire, gouvernance par non-dissensus, accessibilité de l'ensemble du processus de recherche – et qu'il produit des résultats empiriques solides, comme en témoignent la revue systématique co-construite et l'enquête de terrain en cours. Surtout, nous faisons de la réflexivité un levier de conception : les difficultés d'*awareness* éprouvées au sein du collectif sont documentées et transformées en spécifications techniques.

Cette approche ne revendique pas une rupture, mais plutôt une explicitation et une adaptation des cadres participatifs avancés (CBPR, APRD, *inclusive research*) au champ de l'accessibilité numérique. Elle répond aux critiques récentes sur les limites de la participation « standard » en érigeant l'expertise d'usage en compétence cognitive de même niveau que le savoir académique. Ce faisant, elle contribue à déplacer les rapports entre conception et usage.

Les évaluations longitudinales à venir mesureront l'impact de ce partenariat sur l'inclusion effective dans les activités scientifiques collaboratives. La formalisation de la méthodologie en patrons réutilisables visera à en faciliter le transfert vers d'autres projets SAPS et, plus largement, vers toute recherche participative soucieuse d'horizontalité.

Remerciements

Ce travail bénéficie du soutien de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) dans le cadre du programme **Science Avec et Pour la Société (SAPS)** (ANR-24-SARP-0006). Nous remercions l'ensemble des membres du collectif de recherche pour leur engagement, leur expertise partagée et leur patience.

RÉFÉRENCES

[1] E. C. Bell and A. M. Silverman, "Access to Math and Science Content for Youth Who Are Blind or Visually Impaired," *Journal of Blindness Innovation and Research*, vol. 9, no. 1, 2019, read_Status : New Read_Status_Date : 2025-09-26T16 :06 :14.873Z.

[2] Agefiph, "Déficience visuelle et emploi : État des lieux et perspectives," Agefiph, Études et statistiques, Jul. 2023, rapport de l'Observatoire de l'emploi et du handicap. [Online]. Available : https://www.agefiph.fr/sites/default/files/medias/fichiers/2023-07/Agefiph_Etude-deficience-visuelle-emploi_2023-07.pdf

[3] J. Rowell and S. Ungar, "The world of touch : an international survey of tactile maps. Part 1 : production," *British Journal of Visual Impairment*, vol. 21, no. 3, pp. 98–104, 2003.

[4] T. S. Herzberg and L. P. Rosenblum, "Print to Braille : Preparation and Accuracy of Mathematics Materials in K-12 Education," *Journal of Visual Impairment & Blindness*, vol. 108, no. 5, pp. 355–367, Sep. 2014, read_Status : New Read_Status_Date : 2025-09-26T16 :05 :17.560Z. [Online]. Available : http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0145482X1410800502

[5] J. Sánchez and N. Baloian, "Issues in Implementing Awareness in Collaborative Software for Blind People," in *Proceedings of ICCHP 2006*, vol. LNCS 4061. Linz, Austria : Springer, 2006, read_Status : New Read_Status_Date : 2025-09-26T16 :06 :14.874Z.

[6] W. Köhlmann, "Identifying Barriers to Collaborative Learning for the Blind," in *Procedings of ICCHP 2012*, vol. LNCS 7382. Linz, Austria : Springer Verlag Berlin, 2012, pp. 84–91, read_Status : New Read_Status_Date : 2025-09-26T16 :06 :08.389Z.

[7] M. Das, A. M. Piper, and D. Gergle, "Design and Evaluation of Accessible Collaborative Writing Techniques for People with Vision Impairments," *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, vol. 29, no. 2, pp. 1–42, Apr. 2022, read_Status : New Read_Status_Date : 2025-09-26T16 :06 :44.620Z. [Online]. Available : https://dl.acm.org/doi/10.1145/3480169

[8] B. Mascret, A. Mille, and M. Ollier, "Un transcripteur braille idéal ?" in *Handica 2008*. Cépaduès, 2008, pp. 128–134.

[9] B. Mascret, A. Mille, and V. Guillet, "Supporting Braille Learning and Uses by Adapting Transcription to User's Needs," in *Proceedings of ICCHP 2012*, vol. LNCS 7382. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2012, read_Status : New Read_Status_Date : 2025-09-26T16 :06 :08.388Z.

[10] K. Block, "Epistemic caring : an ethical approach for the co-constitution of knowledge in participatory research practice," *Social Epistemology*, pp. 1–19, 2024.

[11] C. A. Estabrooks, "Reflections on co-production as a mode of knowledge production : Comment on" research coproduction : An underused pathway to impact"," *International Journal of Health Policy and Management*, vol. 14, pp. 1–3, 2025.

[12] V. Nesset, E. C. Davis, N. Vanderschantz, and O. Stewart-Robertson, "Aprd : action partnership research design : reimagining the role of the user in library and information science research," *Journal of Documentation*, vol. 80, no. 6, pp. 1211–1237, 2024.

[13] K. Lewin, "Action research and minority problems," *Journal of Social Issues*, vol. 2, no. 4, pp. 34–46, 1946.

[14] ——, *Resolving social conflicts ; selected papers on group dynamics*. New York : Harper & Brothers, 1948.

[15] P. Freire, *Pedagogy of the Oppressed*. New York : Herder and Herder, 1970.

[16] P. Reason and H. Bradbury, Eds., *Handbook of action research : Participative inquiry and practice*. London : Sage Publications, 2001.

[17] O. Fals-Borda and M. A. Rahman, Eds., *Action and Knowledge : Breaking the Monopoly with Participatory Action-Research*. New York : Apex Press, 1991.

[18] B. A. Israel, A. J. Schulz, E. A. Parker, and A. B. Becker, "Review of community-based research : Assessing partnership approaches to improve public health," *Annual Review of Public Health*, vol. 19, pp. 173–202, 1998.

[19] M. Minkler and N. Wallerstein, Eds., *Community-Based Participatory Research for Health*. San Francisco : Jossey-Bass, 2003.

[20] N. Wallerstein and B. Duran, "Using community-based participatory research to address health disparities," *Health Promotion Practice*, vol. 7, no. 3, pp. 312–323, 2006.

[21] P. Ehn, "Work-oriented design of computer artifacts," Ph.D. dissertation, Arbetslivscentrum / Umeå University, Stockholm, 1988. [Online]. Available : http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:diva-62913

[22] D. Schuler and A. Namioka, Eds., *Participatory design : principles and practices*. Hillsdale, N.J. : L. Erlbaum Associates, 1993.

[23] S. R. Arnstein, "A ladder of citizen participation," *Journal of the American Institute of Planners*, vol. 35, no. 4, pp. 216–224, 1969.

[24] A. Cornwall, "Unpacking 'participation' : models, meanings and practices," *Community Development Journal*, vol. 43, no. 3, pp. 269–283, 2008.

[25] A. Brock, S. Kammoun, J.-L. Vinot, P. Truillet, B. Oriola, and C. Jouffrais, "Méthodes et outils de conception participative avec des utilisateurs non-voyants," Luxembourg, 2010, read_Status : New Read_Status_Date : 2025-09-26T16 :06 :14.869Z. [Online]. Available : hal-0094095

[26] J. I. Charlton, *Nothing About Us Without Us : Disability Oppression and Empowerment*. Berkeley : University of California Press, 1998.

[27] M. Oliver, *The Politics of Disablement*. London : Macmillan, 1990.

[28] M. Manis, R. Ferreira, M. M. Sefotho, and R. M. Mampane, "Utilising participatory reflection and action to develop a postgraduate qualification in visual impairment studies," *South African Journal of Higher Education*, vol. 35, no. 2, pp. 93–122, 2021, read_Status : New Read_Status_Date : 2025-09-26T16 :06 :08.388Z. [Online]. Available : https://dx.doi.org/10.20853/35-2-3979

[29] M. Manis, "Utilising participatory reflection and action to develop a postgraduate qualification in visual impairment studies (Phd Thesis)," PhD Educational Psychology, University of Pretoria, Pretoria, South-Africa, 2020, read_Status : New Read_Status_Date : 2025-09-26T16 :06 :32.903Z. [Online]. Available : https://hal.science/hal-03630776

[30] C. Y. P. Lee, Z. Zhang, J. Herskovitz, J. Seo, and A. Guo, "CollabAlly : Accessible Collaboration Awareness in Document Editing," in *Systems (CHI'22)*. New Orleans : ACM New York, 2022, read_Status : New Read_Status_Date : 2025-09-26T16 :06 :14.873Z. [Online]. Available : https://dl.acm.org/doi/10.1145/3491102.3517635

[31] M. M. Waqar, M. Aslam, and M. Farhan, "An Intelligent and Interactive Interface to Support Symmetrical Collaborative Educational Writing among Visually Impaired and Sighted Users," *Symmetry*, vol. 11, no. 238, 2019, read_Status : New Read_Status_Date : 2025-09-26T16 :06 :14.871Z.

[32] M. Das, D. Gergle, and A. M. Piper, ""it doesn't win you friends" : Understanding accessibility in collaborative writing for people with vision impairments," *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, vol. 3, no. CSCW, pp. 1–26, 2019.

[33] V. Potluri, M. Pandey, A. Begel, M. Barnett, and S. Reitherman, "CodeWalk : Facilitating shared awareness in mixed-ability collaborative software development," in *Proceedings of the 24th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS '22)*. Athens, Greece : ACM, 2022, p. Article 15.

[34] M. Sadallah and B. Encelle, "Systematic review protocol : Interactive digital technologies for non-visual access to 2D STEM content by blind and low-vision individuals," Feb. 2026, pre-registered on OSF ; version 2.0 (February 2026). [Online]. Available : https://doi.org/10.5281/zenodo.19461731

[35] ——, "Beyond additive design : An empirical taxonomy of multimodal STEM accessibility systems," in *Extended Abstracts of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '26)*. Barcelona, Spain : ACM, Apr. 2026, april 13–17, 2026.

[36] ——, "The technical capability fallacy : A case for pedagogy-centered design in assistive STEM education," in *Proceedings of the 18th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2026)*. Benidorm, Spain : SciTePress, May 2026, may 18–20, 2026.

[37] ——, "The verification gap in AI accessibility : A meta-analysis of architectural paradigms and agency deficits," in *Proceedings of the 23rd International Web for All Conference (W4A '26)*. Dubai, United Arab Emirates : ACM, 2026.