

Améliorer l'accessibilité des manuels scolaires numériques pour les élèves déficients visuels

Synthèse pour une valorisation scientifique de la
recherche



J. Lemarié et L. Castillan

Partenaires du projet



Financeurs du projet



Table des matières

I. AVANT-PROPOS : OBJECTIFS DU PROJET ACCESS-MAN, ROLE RESPECTIF DES CHERCHEURS ET DES ACTEURS DE TERRAIN ET MODES DE COLLABORATION	3
II. CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROJET.....	4
III. DEMARCHE DU PROJET	5
IV. INTERET POUR LES ACTEURS DE TERRAIN.....	5
V. RESULTATS.....	6
A. ÉTUDE 1 : ÉTAT DES LIEUX RELATIF A L'ACCESSIBILITE DES CONTENUS PEDAGOGIQUES POUR LES ELEVES EN SITUATION DE HANDICAP VISUEL	6
1. Objectifs et méthode	6
2. Résultats.....	6
B. ÉTUDE 2 : ANALYSE DES BESOINS ET DES USAGES DES ELEVES DEFICIENTS VISUELS EN MATIERE D'UTILISATION ET D'INTERACTION AVEC DES MANUELS SCOLAIRES NUMERIQUES	7
1. Objectifs et méthode	7
2. Résultats.....	7
C. ÉTUDE 3 : CONCEPTION ET DEVELOPPEMENT DE PRINCIPES ET SOLUTIONS D'ACCESSIBILITE.....	8
1. Méthode.....	8
2. Résultats.....	8
D. ÉTUDE 4 : ÉVALUATION EMPIRIQUE DES SOLUTIONS CONÇUES	9
1. Objectifs et méthode	9
2. Résultats.....	10
VI. SUPPORTS D'APPLICATIONS.....	11

I. Avant-propos : Objectifs du projet ACCESS-MAN, rôle respectif des chercheurs et des acteurs de terrain et modes de collaboration

L'objectif poursuivi dans le projet ACCESS-MAN est de construire des connaissances spécifiques sur les besoins des élèves ayant un trouble de la fonction visuelle en matière d'accessibilité des manuels scolaires numériques et de concevoir et évaluer des solutions possibles pour y répondre. Il s'agit plus précisément d'étudier les caractéristiques spécifiques des modalités d'accès aux manuels scolaires numériques et multimédia par ces élèves et leurs conséquences sur les apprentissages scolaires pour concevoir et évaluer des principes de conception. *In fine*, il s'agit de faire du numérique un levier pour un accès facilité et plus autonome aux contenus et activités pédagogiques plutôt qu'un obstacle supplémentaire.

Le projet a mobilisé des chercheurs de 3 laboratoires aux expertises complémentaires.

Le laboratoire CLLE (UMR CNRS 5263, UT2J, CNRS) possède une expertise en **psychologie cognitive et ergonomie des apprentissages**. **L'IRIT** (UMR 5505) a mis au service du projet son expertise et ses compétences en **interaction humain-machine appliquées au champ du handicap visuel**. Ces 2 laboratoires ont fourni des outils et plate-formes expérimentales utiles à la conduite des études en laboratoire. **Le GRHAPES (INS HEA)** possède une expertise dans **l'inclusion scolaire et les adaptations en lien avec le handicap**.

Les chercheurs mobilisés ont mis au service du projet leurs connaissances de la littérature scientifique dans des domaines complémentaires et utiles aux objectifs du projet, ont construit des dispositifs méthodologiques et techniques permettant de recueillir des données fiables et exploitables pour répondre aux questions de recherche et ont analysé les données recueillies.

Les acteurs de terrain ont également mis à la disposition du projet leur expertise dans des domaines pertinents au regard du projet. L'Agence Nationale pour l'apprentissage des élèves à besoins spécifiques de Suède (SPSM) a fait bénéficier de son expertise précieuse pour le projet en matière **d'adaptation numérique des manuels scolaires**. Un des chercheurs a pu assister à la formation dispensée par cet organisme aux enseignants non spécialisés accueillant des élèves présentant un handicap visuel en classe ordinaire et a pu procéder à des observations ouvertes de situations d'apprentissage impliquant des élèves aveugles interagissant avec un manuel scolaire numérique adapté grâce à l'aide de cette agence. L'agence a également mis à disposition des chercheurs un guide pour l'adaptation des manuels scolaires pour les élèves déficients visuels, ce qui a permis d'avoir une vision précise des pratiques avancées de ce pays en matière d'accès à l'information pédagogique.

L'IJA de Toulouse et le CIVIL Lestrade (A.S.E.I) sont deux **centres spécialisés dans le handicap visuel** accompagnant au total près des 200 élèves en situation de handicap visuel inclus en classe ordinaire ; ils ont apporté leur **expertise dans le champ du handicap**, plus précisément sur les questions relatives à la **scolarisation des élèves présentant un handicap visuel et à l'adaptation des contenus pédagogiques**. Aussi, ils ont joué un **rôle facilitateur** dans le processus de recueil de données en mettant en contact les chercheurs avec les familles des élèves, en communiquant sur le projet et en mettant à disposition des moyens logistiques. Surtout, c'est **leur participation à toutes les étapes du projet qui a permis d'assurer la dimension participative ambitionnée dans ce projet**. Ainsi, chaque étude a été présentée à ces structures avant d'être mise en œuvre afin d'avoir des retours utiles des professionnels (par exemple pour choisir et calibrer la durée des tâches au regard de la fatigabilité de certains élèves) et surtout les résultats obtenus aux différentes études ont été systématiquement exposés aux équipes de ces structures afin de co-construire l'interprétation des résultats observés dans nos études. Ces échanges ont été **utiles et fructueux pour les 2 communautés** puisque les interprétations des

résultats ont pu s'ancrer dans les réalités de terrain au-delà des modèles théoriques utilisés par les chercheurs et les résultats ont aussi permis d'objectiver et de rationaliser des vécus ponctuels de professionnels. Les recommandations ont également été validées par les professionnels afin de vérifier leur viabilité au regard des réalités de terrain.

Pour faciliter l'interface et les échanges entre les chercheurs, les formateurs spécialisés et les personnes déficientes visuelles, le projet a bénéficié du soutien du Laboratoire commun Cherchons Pour Voir.

La maison d'édition Nathan est intervenue à plusieurs niveaux. Elle a fourni l'ensemble des supports pédagogiques nécessaires pour les études impliquant des manuels scolaires numériques et a **partagé son expertise en matière de conception des manuels scolaires numériques**. Aussi, elle a **contribué au développement de versions alternatives de manuels scolaires numériques** lors des évaluations empiriques des solutions d'accessibilité. Tous les résultats issus des études que nous avons réalisées qui pouvaient être utiles à la question de la conception des manuels scolaires numériques ont été systématiquement diffusés vers ces professionnels. Un rapport faisant état des recommandations issues des résultats à nos études a été établi et diffusé, et des actions de sensibilisation/formation des chercheurs vers les professionnels ont été organisées. Une suite du projet pourrait d'ailleurs être envisagée pour aller plus loin dans l'implémentation des solutions d'accessibilité proposées.

II. Contexte et objectifs du projet

Avec le Plan Numérique pour l'Éducation, l'utilisation du numérique dans les établissements scolaires a vocation à s'intensifier progressivement. Parallèlement, en 2020, en France, près de 80% des élèves présentant un trouble des fonctions visuelles, qu'ils soient aveugles ou malvoyants, sont inclus dans les établissements scolaires ordinaires. Ces élèves sont donc confrontés, comme leurs pairs voyants, à l'utilisation d'outils et de ressources numériques dans le cadre de leurs apprentissages. Si des mesures spécifiques visent à accompagner la scolarisation de ces élèves, la question de l'accessibilité des ressources pédagogiques numériques comme les manuels scolaires numériques mérite d'être posée en raison des enjeux moraux et sociétaux qui y sont associés.

Quel rôle vont jouer les supports et outils numériques dans les apprentissages des élèves en situation de handicap ? Vont-ils se constituer en difficultés supplémentaires pour ces élèves ou au contraire permettre de lever des barrières et de gagner en autonomie ?

Cette recherche appliquée avait pour double objectif d'évaluer l'accessibilité des manuels scolaires numériques pour les élèves atteints d'un trouble de la fonction visuelle et de concevoir des solutions pour l'améliorer. Plus précisément, il s'agissait de répondre à plusieurs questions : comment les élèves présentant un trouble de la fonction visuelle accèdent aux contenus pédagogiques numériques et interagissent avec eux ? Quelles sont les difficultés qu'ils rencontrent et les stratégies qu'ils mettent en place pour y faire face ? Quelles sont les causes de ces difficultés ? Comment concevoir des manuels scolaires numériques qui répondent aux besoins des élèves présentant un trouble de la fonction visuelle ?

Au niveau de l'ambition scientifique, ce qui fonde l'originalité du projet est de vouloir **aller au-delà des principes d'accessibilité web pour garantir l'accessibilité des apprentissages impliquant les manuels scolaires numériques**. L'accessibilité du web suscite de nombreux travaux de recherche (p. ex. Giraud, 2014) ou d'enquêtes d'usage (p. ex. le rapport établi par la Fédération des Aveugles et Amblyopes de France, 2016) et a donné lieu à des normes (WCAG) ou standards (WAI-ARIA). Si évidemment, l'accessibilité web peut constituer une source

d'inspiration utile pour les concepteurs de manuels scolaires numériques¹, il paraît prudent de ne pas céder à la tentation d'en faire une utilisation plaquée et directe car utiliser le web pour rechercher une information est une activité profondément différente de celle de l'apprentissage à partir d'un manuel scolaire. **Une deuxième originalité** est le pari du projet de miser sur l'enrichissement et sur la fertilisation croisée de 2 champs d'étude jusqu'ici relativement indépendants : **les théories de l'apprentissage multimédia et l'apprentissage chez les élèves en situation de handicap visuel**. En psychologie cognitive, il existe des travaux visant à modéliser les processus mentaux déployés par des élèves (voyants) lorsqu'ils doivent apprendre à partir de documents multimédia et à en tirer des recommandations pour la conception de documents multimédia efficaces (Mayer, 2014). Si ces travaux ont délimité les conditions sous lesquelles ces phénomènes sont vrais, ils n'ont que très rarement investigués ces phénomènes auprès d'élèves non ou malvoyants, de sorte qu'il n'existe pas véritablement de principes de conception multimédia établis spécifiquement pour l'apprentissage des élèves en situation de handicap visuel.

III. Démarche du projet

L'approche adoptée dans ce projet se fonde sur une démarche participative, centrée sur une analyse des besoins spécifiques des élèves non et malvoyants en matière d'utilisation et d'interaction avec les manuels scolaires numériques. Cette analyse basée sur la démarche ergonomique qui place au centre les comportements et points de vue des utilisateurs finaux, les élèves déficients visuels, a mobilisé des techniques quantitatives et qualitatives (enquête par questionnaire, observations en classe, retours d'usages, entretiens, expérimentations en laboratoire) mais elle a surtout intégré à chaque étape du projet l'expertise et les retours de professionnels de terrain (enseignants spécialisés, transcribers, formateurs, éditeurs de manuels scolaires numériques). Cette dimension participative du projet, essentielle pour assurer un ancrage de la construction des connaissances en prise avec les réalités concrètes des terrains (structures chargées de l'accompagnement des élèves en situation de handicap visuel, chaîne de production d'un manuel scolaire numérique, déploiement des outils numériques dans les écoles), s'est appuyée sur des échanges très étroits et réguliers avec, d'une part, 2 structures qui accueillent et accompagnent des élèves aveugles et malvoyants dans leur scolarisation, l'Institut des Jeunes Aveugles de Toulouse et l'ASEI CIVIL Lestrade de Ramonville (plus particulièrement les enseignants spécialisés), et d'autre part, avec les Éditions Nathan qui commercialisent des manuels scolaires numériques.

IV. Intérêt pour les acteurs de terrain

Les résultats issus de notre projet de recherche ont permis de :

- Créer une intersection originale et productive entre différents domaines : le handicap visuel et l'inclusion scolaire, l'apprentissage multimédia et l'accessibilité numérique ;
- Fournir une description et une analyse de la situation actuelle en matière d'accessibilité pédagogique numérique pour les élèves déficients visuels ;
- Produire des résultats empiriques relatifs à l'accessibilité numérique pour les élèves malvoyants qui plaident clairement pour une évolution des formats de présentation des manuels scolaires numériques ;

¹ par exemple, le Ministère de l'Éducation Nationale propose un guide de bonnes pratiques pour l'accessibilité et l'adaptabilité des ressources numériques pour l'École centré sur un principe classique, issu de l'accessibilité web, de dissociation du contenu, de la structure et de la présentation.

- Formuler des recommandations concrètes utiles à la communauté des professionnels de l'édition scolaire numérique pour améliorer l'accessibilité des manuels scolaires numériques

V. Résultats

A. Étude 1 : État des lieux relatif à l'accessibilité des contenus pédagogiques pour les élèves en situation de handicap visuel

1. Objectifs et méthode

Dans cette étude, il s'agissait de : (1) repérer le processus d'adaptation des contenus pédagogiques tel qu'il est pratiqué actuellement en France en le mettant en perspective avec d'autres pratiques au niveau international, (2) identifier les principales modalités d'accès aux ressources pédagogiques utilisées par les élèves voyants et malvoyants (technologies d'assistance, sollicitation de l'AESH, adaptations, etc.), (3) recenser et catégoriser les difficultés qu'ils rencontrent pour réaliser des tâches d'apprentissage impliquant des ressources pédagogiques ainsi que (4) les conséquences et stratégies mises en place pour y faire face et enfin, (5) d'évaluer les qualités d'ergonomie et d'accessibilité des manuels scolaires

Pour ce faire, nous avons

- examiné des documents pertinents (par ex. les guides de recommandations pour élaborer des ressources pédagogiques accessibles).
- Réalisé des observations d'enfants déficients visuels en classe en France et en Suède et recueilli leur témoignage dans le cadre d'entretiens.
- Echangé avec des professionnels experts de l'adaptation et de l'accompagnement d'élèves déficients visuels pour bénéficier de leur expertise

2. Résultats

Nos études nous ont permis d'obtenir les résultats suivants :

- L'utilisation de ressources pédagogiques numériques en classe et à la maison reste encore limitée en France ; la plus fréquemment observée renvoie à l'utilisation de ressources pédagogiques (par. ex. issues du manuel scolaire numérique) projetées en classe.
- En France, l'accès aux ressources pédagogiques par les élèves non-voyants repose pour l'essentiel sur des adaptations papiers en braille. Ces adaptations sont souvent parcellaires (p. ex. une sélection d'exercice au sein d'un chapitre). Pour les élèves malvoyants, un PDF du manuel scolaire est mis à disposition mais il n'offre pas toutes les fonctionnalités du numérique (p. ex. la recherche par mot clef) et ne fait généralement pas l'objet d'adaptations particulières.
- À l'inverse, la Suède réalise des adaptations numériques et papiers pour l'ensemble des élèves ayant un trouble de la fonction visuelle, laissant ainsi le choix du support à l'élève.
- Les observations réalisées en France révèlent que les élèves déficients visuels subissent parfois, en dépit des adaptations proposées, des barrières d'accès à l'information pédagogique : l'information peut tout simplement ne pas être accédée du tout ou partiellement. Certaines tâches d'apprentissage ne peuvent pas être réalisées. D'autres fois, l'information est accédée mais le changement de modalité sensorielle entraîne des difficultés spécifiques de traitement de l'information (lenteur, charge mentale importante notamment).
- Ces barrières et difficultés ont des conséquences importantes au niveau scolaire (difficultés à atteindre le but de la tâche d'apprentissage, efficacité diminuée), un retentissement aux niveaux émotionnel et social et résultent en une fatigue chronique.

B. Étude 2 : Analyse des besoins et des usages des élèves déficients visuels en matière d'utilisation et d'interaction avec des manuels scolaires numériques

1. Objectifs et méthode

Cette étude visait à identifier et caractériser les besoins des élèves déficients visuels en matière d'utilisation et d'interaction avec les manuels scolaires numériques. Il s'agissait donc d'analyser si et comment les élèves non voyants et malvoyants utilisent les manuels scolaires numériques, quelles difficultés ils rencontrent, leurs causes et leurs conséquences.

Pour ce faire, nous avons

- Examiné si les manuels scolaires numériques respectent les recommandations de 2 référentiels : les critères ergonomiques et les recommandations pour l'Accessibilité et Adaptabilité des Ressources Numériques pour l'École (A2RNE).
- Administré une enquête par questionnaire en ligne sur les usages des manuels scolaires numériques par les élèves non et mal voyants au niveau national.
- Analysé les retours d'usage d'élèves déficients visuels que nous avons équipé de manuels scolaires numériques.
- Évalué l'utilisabilité du manuel scolaire numérique auprès d'élèves voyants et malvoyants. La comparaison avec des élèves voyants a permis de distinguer des difficultés liées à l'ergonomie du document qui concernent tous les élèves de difficultés liées à son accessibilité qui concernent spécifiquement les élèves déficients visuels.

2. Résultats

Nos études nous ont permis d'obtenir les résultats suivants :

- Le non-respect des normes/critères d'accessibilité engendre une incompatibilité entre les manuels scolaires numériques et les technologies d'assistances (lecteurs d'écran) : ils ne peuvent donc pas être utilisés par les élèves non-voyants.
- Le manuel scolaire numérique est plutôt perçu positivement par les élèves malvoyants et leurs intentions d'usage sont élevées ;
- Cependant, si l'on met à disposition des élèves malvoyants des manuels scolaires numériques, l'utilisation effective reste faible, ce qui rappelle le paradoxe préférence/performance connu dans la littérature en ergonomie (Andre & Wickens, 1995) ;
- Cette faible utilisation peut s'expliquer par des éléments relatifs à l'élève (ex : peur du changement, peur de problèmes techniques, oubli), des éléments relatifs à l'environnement (p. ex. un enseignant qui n'utilise pas le manuel ou panne de l'ordinateur portable) ou encore des éléments relatifs au manuel lui-même (manque d'accessibilité et d'utilisabilité) ; Cette analyse est compatible avec le modèle conceptuel intégré de l'expérience et de l'acceptation technologique d'un site Web par les utilisateurs malvoyants (Yazid, 2019) ;
- Lorsque les élèves malvoyants utilisent les manuels scolaires numériques, les types d'utilisation restent proches de ceux observés pour le manuel papier. Les fonctionnalités spécifiques au manuel numérique sont sous-exploitées par manque de connaissances de leur utilité et de comment les utiliser ;
- Si on demande à des élèves voyants et malvoyants de réaliser des tâches d'apprentissage avec un manuel scolaire numérique, on observe chez les élèves malvoyants un taux d'abandon à la tâche plus élevé, des temps de réalisation plus élevés (*1.5 en moyenne) et/ou une charge mentale

rapportée plus élevée, ces résultats sont très cohérents avec ceux observés par ailleurs dans le champ de l'accessibilité web (Giraud, 2014; Sperandio et al., 2002) et de l'accessibilité des plateformes de e-learning (Evans & Douglas, 2008; Petrie et al., 2004).

- Cet impact sur les performances n'est pas lié à de moindres compétences des élèves malvoyants mais à l'incompatibilité entre la façon dont l'information est organisée dans le manuel et les spécificités imposées par l'accès agrandi à l'information. Les caractéristiques de présentation de l'information dans les manuels scolaires qui posent problème sont : l'organisation en double page, la présence d'éléments décoratifs et plus largement la complexité visuelle. Ces éléments génèrent un effet très négatif de partage attentionnel aux élèves malvoyants, augmentent les exigences de navigation entre les contenus et d'intégration mentale des éléments utiles à la tâche d'apprentissage et diminuent par conséquent les ressources mentales disponibles pour réaliser la tâche d'apprentissage (comprendre, raisonner, comparer, etc.). A noter que le même type de phénomènes a été observé chez les élèves tout venant dans la littérature sur l'apprentissage multimédia ; la différence est que l'accès agrandi complique la gestion des ces exigences pour les élèves malvoyants.

C. Étude 3: Conception et développement de principes et solutions d'accessibilité

1. Méthode

Ici, il s'agissait de proposer de nouvelles façons de présenter l'informations dans les manuels scolaires numériques. Les choix de conception ont été guidés d'une part par les résultats des études précédentes et les analyses co-construites avec les professionnels de terrain experts de l'inclusion mais aussi de la conception de manuels scolaires numériques et d'autre part par de principes de conception multimédia dont l'efficacité est avérée scientifiquement.

2. Résultats

Dans un manuel scolaire numérique, l'information se présente bien souvent comme représenté dans la figure 1.

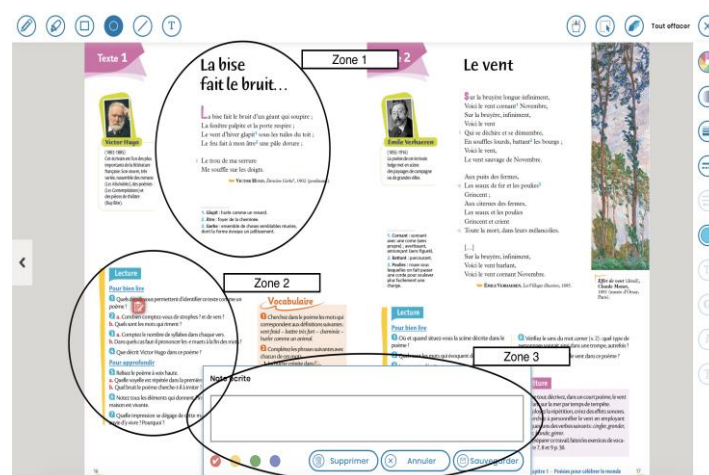


Figure 1 : exemple d'organisation de l'information sur une double page. Les zones entourées en noir sont celles que l'élève doit utiliser pour réaliser une tâche de lecture/compréhension de poème.

Cette organisation pose problème aux élèves malvoyants comme constaté dans l'étude 2.

Pour atténuer les difficultés rencontrées par les élèves malvoyants, nous avons conçu 2 formats de présentation de l'information. Dans les 2 formats, l'information présentée se limite aux éléments utiles pour réaliser la tâche, l'information à l'écran est ainsi allégée et permet de rapprocher les informations dont l'élève a besoin pour faire la tâche. Ceci permet d'avoir toutes les informations disponibles à l'écran même agrandi et donc de limiter la navigation pour obtenir un format dit intégré. Dans une version, ce format reste entièrement visuel (cf. figure 2). Dans l'autre, une partie de l'information est présentée auditivement (cf. figure 3).

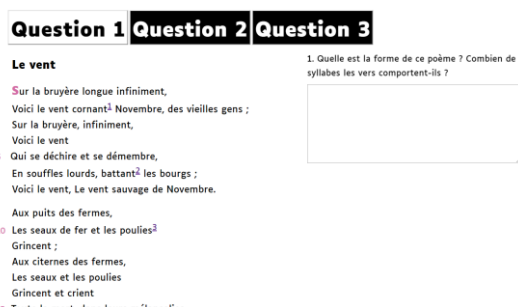


Figure 2 : format de présentation de l'information intégré entièrement visuel

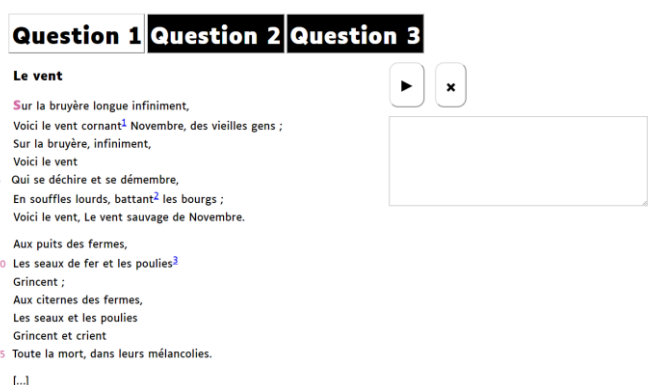


Figure 3 : format de présentation de l'information intégré et multimodal

D. Étude 4 : Évaluation empirique des solutions conçues

1. Objectifs et méthode

Cette étude vise à **évaluer l'efficacité des formats de présentation conçus dans l'étude précédente.**

Pour ce faire, nous avons réalisé une **étude expérimentale en laboratoire** impliquant 27 collégiens malvoyants des régions de Toulouse, de Lyon, d'Angers, de Strasbourg, de Marseille et Bordeaux. Nous avons demandé aux élèves de réaliser **3 tâches de lecture-compréhension** consistant toutes à lire un poème et répondre à des questions en annotant dans le manuel. Chaque tâche avait un format de présentation différent :

- le format proposé dans le manuel numérique existant actuellement et disponible dans le commerce. Ce format est caractérisé par une présentation de l'information sur une **double page** (cf. figure 1). Il s'agit d'un **format séparé** au sens où les questions et le poème, bien

que présentés sur la même double page, sont éloignés physiquement et la double page contient des **éléments non pertinents** pour la tâche de lecture-compréhension.

- **Une version intégrative** (cf. figure 2).
- **Une version intégrative multimodale** (cf. figure 3).

2. Résultats

- Les résultats de l'étude empirique comparant les deux formats intégré et intégré multimodal au format traditionnel chez des élèves malvoyants montrent une supériorité significative de ces formats de présentation innovants. Ces bénéfices sont visibles sur l'ensemble des mesures réalisées.

- Les formats intégré et intégré multimodal permettent un gain de temps (de l'ordre de 1.7 fois inférieur, ce qui permet de revenir aux temps observés chez les élèves voyants), une suppression des échecs pour réaliser la tâche, de meilleures performances ainsi qu'une diminution de la charge mentale. Ces résultats sont très compatibles avec à la fois la théorie de la charge cognitive (Plass et al., 2010) et celle de l'apprentissage multimédia de Mayer (2014). C'est la première fois que ces théories sont évaluées auprès de populations d'élèves en situation de handicap sensoriel.

- au plan des évaluations subjectives, les formats intégrés et multimodaux ont également été mieux classés que le format classique du point de vue des préférences exprimées mais aussi de la facilité, de la satisfaction et l'intention d'utilisation.

VI. Supports d'applications

Dans le cadre du projet, nous avons développé plusieurs supports d'application pour que nos résultats puissent être utiles pour les différentes communautés de professionnels concernés par notre projet. Voici un schéma récapitulant les supports.



Pour suivre les actualités en lien avec le projet :
<https://www.facebook.com/AccessManuel>
<https://twitter.com/AccessManuel>



Pour comprendre les objectifs du projet et ses principaux résultats, 2 vidéos à visionner



Pour s'appropriier les résultats du projet dans sa pratique professionnelle, 2 rapports écrits à consulter



Le projet ACCESS-MAN, c'est aussi :

- 1 thèse de doctorat en psychologie
- 2 publications scientifiques et 2 autres en cours de rédaction
- 17 communications dans des congrès scientifiques internationaux et nationaux
- 6 présentations orales à l'adresse de professionnels et du grand public
- 2 ateliers réunissant des chercheurs et des professionnels
- 2 interviews de vulgarisation
- 2 formations pour des étudiants master