

# Critères d'utilisabilité électorale pour la cyberdémocratie : quelques principes pour l'acceptabilité du vote électronique

*Criteria of electoral usability for electronical democracy: some principles for the acceptability of the electronic vote*

Gabriel MICHEL (1), Walter CYBIS DE ABREU (2), Eric BRANGIER (1)

(1) : ETIC, Université Paul Verlaine – Metz, France  
{Gabriel.Michel,Brangier}@univ-metz.fr

(2) : Universidade Federal de Santa Catarina, Brésil  
Walter.Cybis@polymtl.ca

**Résumé.** Cet article a pour objectif de faire le point sur les problèmes posés par l'usage des urnes de vote électronique dans le monde. Plusieurs interfaces de vote électronique utilisées depuis plusieurs années dans des pays majeurs sont décrites, ainsi que leurs problèmes d'utilisabilité. Ces problèmes d'utilisation relèvent à la fois de difficultés opératoires classiques et bien connues en ergonomie et de difficultés provenant d'un manque d'utilisabilité électorale. Cet article propose également de discuter un modèle général de l'acceptation de l'urne électronique, modèle qui souligne que les principes de simplicité d'utilisation et d'accessibilité sont à compléter par des dimensions qui concernent le processus de vote démocratique, à savoir : la légitimité électorale et la crédibilité de processus de vote. Aussi, définissons-nous l'utilisabilité électorale comme étant un domaine d'application de l'utilisabilité qui vise à définir et obtenir un haut niveau de crédibilité et de légitimité du processus de vote électronique, en plus des critères classiques d'utilisabilité et d'accessibilité. Dans cette perspective, douze critères ergonomiques dédiés à la conception et à l'évaluation des urnes de vote électronique sont proposés et défendus. Enfin, la question de la capacité de l'ergonomie à donner au vote électronique un statut de procédure démocratique est posée et discutée tout en soulignant le rôle déterminant que l'ergonomie devra de plus en plus jouer dans la conception de systèmes politiques.

**Mots-clés.** Critère ergonomique, utilisabilité électorale, urne électronique, e-vote, e-citoyen, e-démocratie

**Abstract.** This article aims to give a progress report on the problems arising from the use of electronic vote systems in the world. Several interfaces of electronic voting which have been used over the past years in major countries are described here, as well as problems of usability implying the difficulties voters are confronted with when expressing their votes. It claims that the fact that these problems concern traditional and well-known operational difficulties in ergonomics as well as difficulties stemming from a lack of political will for correct electoral usability.

This article also proposes a general model of the acceptability of the electronic ballot box. This model advocates that the principles of accessibility and ease of use are to be supplemented by dimensions which relate to the process of democratic voting, namely: electoral legitimacy and credibility of the voting process. We define electoral usability as a specific area of usability which aims to define and obtain a high level of credibility and legitimacy of the electronic voting process in addition to the traditional criteria of effectiveness, efficiency and satisfaction. Lastly, we propose twelve ergonomic criteria dedicated to the design and evaluation of ballot boxes for electronic voting. Thus, the question of the capacity of ergonomics to give electronic vote a status of democratic procedure is put forth and discussed. The determining role and importance which ergonomics should have in the design of political systems is also underlined.

**Keywords.** Usability criteria, electoral usability, electronic voting system, e-vote, e-citizen, e-democracy

## 1 Introduction

Dans le monde, le développement vertigineux du vote électronique génère une série d'espoirs sur une meilleure démocratie tout en suscitant des craintes relatives à de nouvelles formes électroniques de despotisme. Dans les pays francophones, la Belgique et le Canada suspendent leurs expériences de vote tandis que la Suisse essaye plusieurs dispositifs selon les cantons. Les expériences de vote électronique menées en Allemagne, Autriche, Australie, Belgique, Brésil, Canada, États-Unis d'Amérique, Inde, Suisse, Royaume Uni, Venezuela, etc., ont permis de dégager de nombreux problèmes, dont certains liés à l'ergonomie de ces systèmes. En France aussi, récemment, lors des dernières élections présidentielles, près d'un million et demi d'électeurs ont utilisé des urnes de vote et de nombreux problèmes sont apparus tels que des files d'attente beaucoup plus importantes (certains bureaux ont dû fermer beaucoup plus tard), des pannes de machines, des électeurs en colère, des différences entre le nombre d'inscrits et de votants, ... (Machines à voter, 2007). Ainsi, il apparaît que l'organisation des interactions électeur-urne peut influencer directement le fonctionnement démocratique et la légitimité des choix. Certains problèmes pourraient provenir d'une mauvaise automatisation du vote manuel : l'écart entre la procédure manuelle et l'interaction proposée par le système de vote peut expliquer un certain nombre d'erreurs des utilisateurs. Les urnes électroniques étant des dispositifs nouveaux et de plus numériques, il a paru naturel de les évaluer. Comme certaines élections et recherches l'ont montré (Bederson *et al.*, 2003 ; Machines à voter, 2007 ; Cybis *et al.*, 2008 ; Michel et Cybis, 1999, 2005 ; Robertson, 2005), la manière de concevoir les interactions entre le citoyen et l'urne oriente finalement les comportements de l'électeur, y compris, dans une certaine mesure, son choix électoral. Ce constat est d'autant plus vrai lorsque les électeurs sont fragilisés (handicapés, seniors, illettrés...).

L'urne ne peut donc être résumée à un dispositif de saisie d'un choix mais représente une structure artefactuelle où les choix individuels doivent pouvoir s'exprimer le plus facilement possible, sans exclure aucune personne ayant droit de vote. Les caractéristiques de l'urne électronique constituent un cadre général facilitant ou complexifiant le processus de vote. Par voie de conséquence, l'urne électronique doit à la fois présenter une simplicité d'utilisation très élevée mais aussi montrer sa crédibilité à restituer les choix démocratiques. L'ergonomie doit rendre compte de cette double exigence.

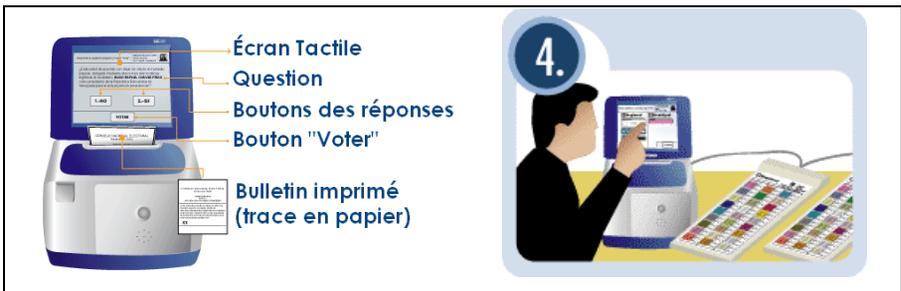
L'objectif de ce papier est à la fois de présenter plusieurs systèmes actuels de vote électronique, de synthétiser les problèmes posés par l'usage des urnes électroniques puis, de proposer, présenter et discuter des principes d'une utilisabilité électorale, ainsi que des critères ergonomiques pour concevoir et évaluer ces urnes.

## 2 Tour du monde des systèmes de vote électronique

Certains pays tels que le Brésil, le Venezuela, l'Inde, les États Unis ou la Suisse utilisent déjà des systèmes de vote électronique dans le cadre d'élections majeures depuis plusieurs années. Pour d'autres pays, notamment en Europe, ces systèmes sont encore à l'état de projet ou bien font l'objet d'utilisations ponctuelles. Il existe deux grandes catégories de systèmes de vote électronique, souvent appelés urnes électroniques ou simplement « e-vote » (en anglais, Direct Recording Vote) selon l'endroit où l'on vote : en local ou à distance. Pour le vote en local, cela correspond à des bornes placées dans les bureaux de vote traditionnels (interfaces tactiles par exemple). Les seconds systèmes sont dits « on line » et sont connectés à un réseau qui permet aux citoyens de voter à distance, sans se déplacer dans un bureau de vote. Ce deuxième type d'interface peut se décliner sous diverses formes : ordinateur personnel, kiosque public, téléphone portable, etc. Ces deux possibilités technologiques connaissent aujourd'hui des développements importants. Dans les paragraphes qui suivent nous allons présenter 5 initiatives significatives de vote électronique dans 5 pays, touchant plusieurs centaines de milliers d'électeurs.

### 2.1 Le Venezuela et l'Inde, ou le modèle de l'interaction avec des tablettes numériques tactile

Lors du referendum présidentiel de 2002, ainsi que pour des élections régionales de 2005, les vénézuéliens ont utilisé 20 000 urnes électroniques à écran tactile (Figure 1).



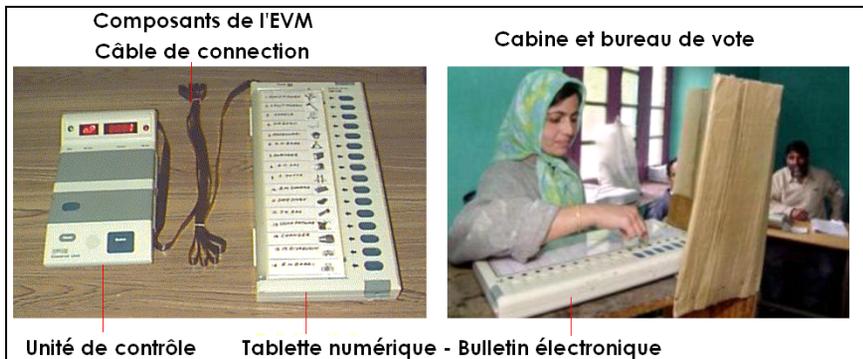
**Figure 1.** Les urnes électroniques produites par Smartmatic AES - Automated Elections Systems et employées au Venezuela lors du referendum présidentiel de 2002 (à gauche) et des élections législatives de 2005 (avec ici deux tablettes numériques de sélection des candidats) (Smartmatic, 2006)

Pour les législatives, chaque dispositif était associé à trois tablettes numériques tactiles, une pour chaque position à remplir. L'électeur utilise d'abord les tablettes numériques pour sélectionner ses candidats en pointant avec le doigt sur les cercles situés à droite de leurs noms. À tout moment il peut visualiser sur l'écran tactile le feedback des sélections réalisées sur les tablettes. S'il y a des modifications à faire, l'électeur doit appuyer sur le nom du candidat à désélectionner sur l'écran tactile et retourner aux tablettes numériques pour faire une nouvelle sélection. L'électeur

commande le vote en appuyant sur le bouton virtuel "Votar" (Voter) sur l'écran tactile et de ce fait la machine imprime un bulletin en papier que l'électeur ensuite dépose dans une urne en carton. Le bulletin papier servant essentiellement pour un contrôle ou un recours ultérieur.

En Inde, pour les élections législatives de mai 2005, la commission d'élection indienne a présenté une toute nouvelle méthode de vote : « The Electronic Voting Machine » produite par Bharat Electronics (cf. figure 2). L'EVM, en abrégé, est une méthode simple, demandant moins de temps que le vote traditionnel. A l'occasion même des élections de 2005, pas moins de 660 millions d'électeurs ont pu voter sur environ 1 million de machines de vote électroniques qui furent mises à leur disposition dans tout le pays (India Elections, 2006).

L'EVM est composée de deux unités liées l'une à l'autre : une unité de contrôle employée par les fonctionnaires du bureau de vote (dispositif à gauche) et une unité de vote (l'interface électeur correspondant à la tablette numérique). La tablette numérique de vote se présente sous la forme d'une boîte en plastique affichant un tableau dont les lignes sont composées du nom d'un candidat avec le logo de son parti (colonne de gauche) et d'un bouton bleu associé à une diode rouge. L'électeur vote en appuyant sur le bouton bleu correspondant au nom du candidat choisi : la diode située en face du libellé du candidat choisi s'allume alors. Une unité de vote EVM mémorise jusqu'à 16 candidats. Ainsi, en reliant quatre unités de vote ce système peut permettre de choisir parmi 64 candidats pour une seule élection.



**Figure 2.** Urne électronique construite par Bharat Electronics Limited et employée en Inde en 2004 ([http://www.bel-india.com/Website/StaticAsp/prod\\_niche4.htm](http://www.bel-india.com/Website/StaticAsp/prod_niche4.htm))

## 2.2 Le Brésil ou le modèle de la désignation par pavé numérique et braille

L'objectif initial de l'urne électronique brésilienne était d'accélérer le comptage des votes. Elle a pris la forme d'un poste informatique incliné à 45°. Celui-ci est constitué d'un écran monochrome de 9.4" et d'un clavier mécanique (cf. figure 3).



Figure 3. L'urne électronique brésilienne (TRE-MG, 2006)

Le clavier comporte 10 touches numériques disposées de la même manière que sur un appareil téléphonique : en dessous de ces touches se trouvent trois touches de commandes rectangulaires alignées horizontalement. Ces touches correspondent aux fonctions suivantes : voter blanc (couleur blanche - libellée « BRANCO »), corriger son vote (couleur rouge - libellée « CORRIGE ») et confirmer le vote (couleur verte - libellée « CONFIRMA »). Les claviers qui équipaient l'UEB (Urne Electronique Brésilienne) de 1996 étaient à membranes et portaient des inscriptions en braille disposées en dessous des touches. Sur les claviers actuels les touches sont mécaniques et les inscriptions en braille se trouvent sur les touches. Le moniteur affiche les bulletins électroniques correspondant aux différentes élections (cf. figure 4).



Figure 4. Aspect général des écrans successifs utilisés pour les élections municipales de 1996 au Brésil. Les deux écrans du dessus correspondent au vote pour des conseillers municipaux et ceux du dessous au maire. Les deux votes sont réalisés dans une même session.

Chaque bulletin correspond à un écran initial d'invitation au remplissage des champs numériques pour le code du candidat choisi. Une fois que le dernier champ est rempli ou que la touche « BRANCO » (vote en blanc) est pressée, un écran de feedback/confirmation est affiché. En cas d'erreur, l'écran initial est présenté à nouveau suite à la commande (« CORRIGE ») de l'électeur. Pour voter pour un parti politique, l'électeur doit saisir le code de deux chiffres du parti ou un code d'un candidat inexistant dont les deux premiers chiffres correspondent au code du parti. Pour annuler son vote, l'électeur doit saisir un code de candidat inexistant et

dissocié d'un parti quelconque. Après une confirmation du vote pour le conseiller, le système affiche le bulletin pour le maire, où il n'est pas possible de voter pour un parti. L'écran indiquant la fin du vote présente le mot "FIM" en lettres majuscules. Tous les écrans affichent des caractères noirs sur un fond clair. Les informations textuelles de guidage et de feedback les plus importantes sont mises en majuscules. Une photo du candidat complète le feedback textuel. Les écrans de 1996 et de 2002 étaient très similaires et ne se distinguaient que par les bordures autour des champs des codes des candidats, l'alignement des informations et par la taille des caractères (cf. figure 4 qui décrit l'interface de vote de 1996). L'évaluation des urnes électroniques brésiliennes a été effectuée (Michel et Cybis, 1999 ; 2005) avec l'objectif d'identifier : (i) les problèmes d'utilisabilité sur l'interface du dispositif, (ii) les difficultés et stratégies des électeurs sensibles à la technologie, (iii) ainsi que l'impact de l'UEB sur les résultats des élections. Cette évaluation (inspection heuristique complétée par des tests en laboratoire sur des populations aveugles, malvoyantes, et âgées, puis par des études des résultats des élections réelles) ont souligné de très nombreux problèmes ergonomiques (manque de compatibilité, lisibilité, correction des erreurs, ...). La série d'écrans qui suit montre les votes successifs que doit effectuer un électeur sur l'urne de 2002 : ces votes correspondent à la saisie d'une succession de nombres correspondant à différents candidats.



**Figure 5.** Écrans initiaux pour les 5 élections de 2002 (6 positions) : député régional, député fédéral, 2 sénateurs, gouverneur de la région et président de la république (TRE-MG, 2006)

L'étude a également montré que cette urne créait des biais dans le vote (prouvés par les tests utilisateurs et les statistiques sur les comportements de vote dans sept villes). En outre, les personnes fragilisées par rapport aux nouvelles technologies ne sont pas conscientes des vrais résultats de leurs votes ni des erreurs qu'elles commettent. Elles semblent toujours satisfaites de leur performance même si, en réalité, elles échouent.

### 2.3 Les États-Unis ou l'hétérogénéité des systèmes

L'acquisition des systèmes de vote électronique n'est pas centralisée aux États-Unis, contrairement à ce qui se passe au Venezuela, en Inde ou au Brésil. En effet, chaque circonscription électorale est souveraine pour choisir la technologie la plus adaptée à son contexte. En conséquence, les machines de vote correspondent à un vrai marché et il existe une grosse concurrence entre plusieurs sociétés spécialisées. Décider ce qui est une bonne machine de vote est à ce jour encore discuté par les divers organismes de consultation et groupes, tels que l'IEEE project 1583 par exemple (IEEE, 2002), notamment pour la définition de normes à respecter par les équipements de vote.

Parmi les systèmes les plus utilisés actuellement aux États-Unis signalons l'urne AccuVote-TSX de la société Diebold. L'interface de cette dernière est un écran tactile pourvu de cases à cocher : elle est présentée dans la figure 6. L'interface utilisateur présente en particulier un lecteur de cartes magnétiques d'identification

de l'électeur. Outre la sélection des principaux candidats associés aux cases à cocher, l'électeur peut aussi choisir d'écrire le nom d'un autre candidat grâce à un clavier virtuel tactile. Ce système est également pourvu d'une interface audio-vocale.



**Figure 6.** Détails de l'urne électronique Diebold  
([http://www.diebold.com/dieboldes/demos\\_tsx.asp](http://www.diebold.com/dieboldes/demos_tsx.asp))

Ce système de Diebold a fait l'objet d'une évaluation ergonomique effectuée par Bederson (Bederson *et al.*, 2003) qui comportait d'abord une évaluation experte (inspections ergonomiques), puis des entretiens avec des utilisateurs et enfin des observations sur le terrain. Ces auteurs ont recensé de nombreux problèmes tels que :

- un manque de contraste entre la couleur du texte et celle du fond,
- la brillance excessive de certains écrans,
- la basse résolution de l'affichage,
- la confusion et l'incohérence entre certains mots,
- une absence de clarté des messages,
- le manque d'un bouton d'aide durant le vote et des problèmes de sélection des candidats,
- des problèmes d'insertion de la carte d'identification et de confidentialité,
- la procédure de vérification du vote avant validation,
- l'absence de feedback,
- l'interface vocale a également donné lieu à plusieurs critiques telles que la mauvaise qualité auditive.

Lors des tests utilisateurs, les évaluateurs ont observé et filmé des sujets (essentiellement des étudiants) et leur ont demandé de verbaliser à voix haute ce qu'ils faisaient puis de remplir un questionnaire dont le but était de connaître leurs réactions vis-à-vis du nouveau système de vote. Tous les participants ont réussi à voter à l'exception d'un seul qui ne voyait pas comment inscrire le nom d'un candidat. Le temps moyen mis pour voter était de 2 minutes et 10 secondes. Les personnes participant à l'étude ont donné une note moyenne de 7,7 sur 9 pour le confort global du système de vote. Elles ont également cité un certain nombre de points importants représentatifs de cette urne comme la facilité d'utilisation, des problèmes d'insertion de carte, mais aussi une police de caractères trop petite, la confusion de la mise en page du scrutin et de la présentation des boutons, le

mauvais choix des couleurs, ainsi que des inquiétudes à propos de la fiabilité du système.

Enfin, les auteurs ont réalisé une expérience de terrain avec 415 électeurs lors d'une élection officielle dans l'État du Maryland. Cependant, la population de cette étude n'est pas représentative des citoyens du Maryland. En effet, les sujets qui ont participé à cette expérience ne venaient principalement que d'un comté, et qui plus est, ces sujets appartenaient à une élite sociale qui est plus confrontée à l'utilisation de l'ordinateur et d'Internet que les autres personnes du Maryland. Les résultats des questions posées à ces électeurs ont montré que :

- 80% des répondants trouvent que le système était facile à utiliser et 86% qu'il était confortable à utiliser. Cependant, les individus qui ont leur propre ordinateur ou qui vivent en ville ou en zone suburbaine ou encore les femmes étaient plus favorables à ce nouveau système que les autres ;
- 86% des personnes trouvaient qu'il était facile de lire les caractères à l'écran. Néanmoins, les personnes âgées ainsi que celles possédant un haut niveau d'éducation ont eu des difficultés de lecture de l'information présentée à l'écran (problèmes de taille des caractères et de contrastes) ;
- 83% des individus ont trouvé que la terminologie était précise, mais les sujets moins habitués à utiliser un ordinateur trouvaient le vocabulaire ambigu ;
- 81% des citoyens ont répondu qu'il était facile de corriger les erreurs et ceci plus particulièrement pour les personnes utilisant fréquemment un ordinateur ;
- 85% des répondants trouvaient qu'ils pouvaient faire confiance dans la prise en compte du vote qu'ils avaient effectué. Cependant, ceci est moins vrai pour les personnes utilisant fréquemment un ordinateur.

Les auteurs concluaient donc que même si ce système semble bien fonctionner, il a tout de même plusieurs difficultés d'utilisation, d'autant plus explicites lorsque les utilisateurs sont des exclus de la technologie, c'est-à-dire des citoyens handicapés, des seniors, des illettrés, des analphabètes et autres éloignés de la technologie, par manque de moyens ou d'apprentissage. L'importance de leur nombre dans différents pays fait prendre conscience des risques anti-démocratiques associés à leur exclusion (à ce sujet voir Cybis *et al.*, 2008). A ce propos, cette évaluation d'une urne américaine pose une question fondamentale : lorsqu'un système à visée démocratique présente un taux moyen de satisfaction de 80%, ce qui en soi est élevé, ce niveau est-il suffisant pour lui accorder une légitimité sociale ? A fortiori, les systèmes de e-vote doivent-ils se baser sur un consensus absolu ou du moins aussi élevé que le vote classique, au risque d'être discrédités par une partie de la population ? Les auteurs de cette étude soulignent qu'il s'agit de questions fondamentales auxquelles il faudra répondre à l'avenir si on veut développer un vote électronique démocratique. Nous reviendrons sur ces points dans la troisième partie.

Un autre exemple d'interface est celle du système eSlate (eSlate Electronic Voting System, figure 7) muni d'une roulette qui permet de déplacer un curseur sur un écran où figurent les noms des différents candidats. La dimension de cet écran est un peu plus grande qu'une feuille A4 (356 x 216 mm).

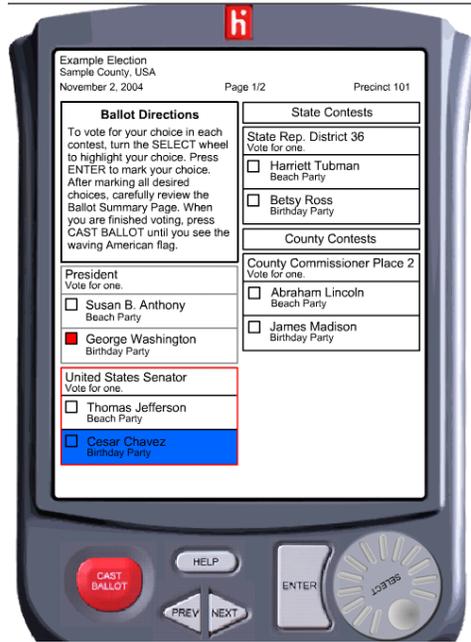


Figure 7. Le système eSlate produit par Hart Interactiv (Hart Interactiv, 2006)

## 2.4 La Suisse ou le modèle de l'interface web

Le vote électronique employé à Genève en Suisse utilise le Web depuis 2003. L'électeur reçoit une carte par courrier contenant deux données d'accès à ce système ; un des codes est secret (pour en prendre connaissance, il faut procéder à un « grattage » de cette carte). Pour voter, l'électeur peut utiliser n'importe quel ordinateur connecté à Internet. Avant de voter, l'électeur doit procéder à l'examen du certificat de sécurité fourni par le serveur Web et remplir un formulaire avec ses données d'identification, ainsi que le premier code d'accès reçu par courrier. Après avoir voté pour les différentes élections, l'électeur valide le vote en saisissant son code secret (figure 8).

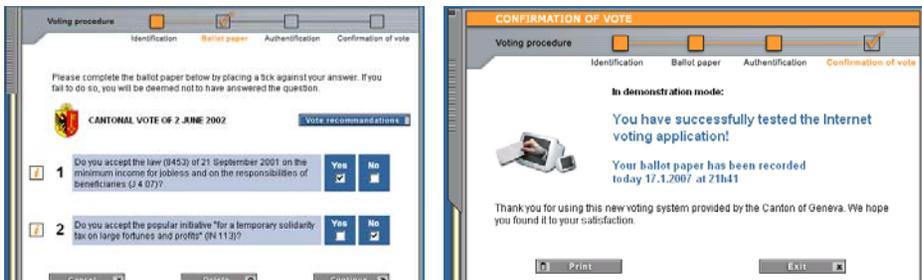


Figure 8. Bulletin de vote du système de vote par Internet utilisé en Suisse (<https://www.geneve.ch/ge-vote/demo-en/votation.html>)

On retrouve ici la problématique classique de l'ergonomie des interfaces web et les problèmes d'accessibilité éprouvés par diverses catégories d'utilisateurs, à savoir la complexité de la tâche à réaliser par rapport aux connaissances de l'utilisateur.

### 3 Le modèle de l'acceptation des systèmes de vote électronique

S'il facilite la vie de certains, le développement technologique est également un facteur d'exclusion pour d'autres. En effet, les systèmes techniques ne sont pas toujours faciles à utiliser, simples à comprendre, adaptés aux personnes âgées, conçus pour les handicapés, familiers pour les moins instruits, si bien que la fracture numérique s'en trouve accrue. Lorsque les systèmes techniques sont destinés à tous, en l'occurrence les urnes électroniques le sont, ils doivent être adaptés à tous, ou risquent d'être sous-utilisés, de réduire les droits d'accès à l'information et finalement d'accroître les exclusions. Aussi, une des principales raisons expliquant les résistances et les exclusions des personnes face aux urnes électroniques est leur manque global d'acceptabilité.

Plusieurs modèles théoriques essayent d'expliquer les relations entre les attitudes d'utilisateurs, la satisfaction d'utilisation, l'intention d'utiliser une technologie et le comportement interactif à proprement parler (Brangier et Hammes, 2007a ; 2007b). En accord avec les travaux initiaux de Davis (1986, 1989) sur le modèle TAM (Technology Acceptance Model) et les méta-analyses récentes de ce modèle (Legris *et al.*, 2003 ; King et He, 2006), nous proposons de considérer que l'acceptation du vote électronique repose sur quatre facteurs essentiels que nous décrirons par la suite.

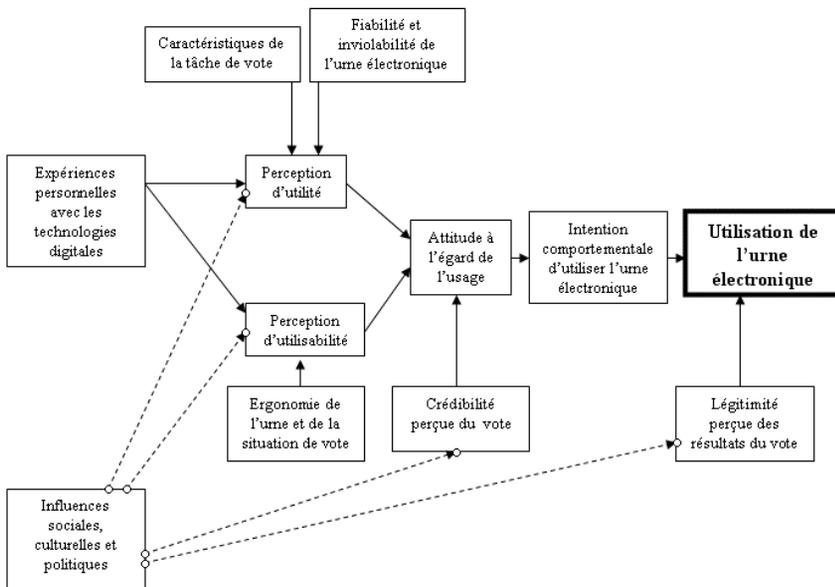


Figure 9. Schéma de l'acceptation du vote électronique (inspiré par différentes recherches menées sur le Technology Acceptance Model de Davis)

La figure 9 souligne que l'acceptation de l'urne électronique est tout autant guidée par l'intention et par la perception individuelle et sociale de l'urne. L'intention d'usage est conjointement déterminée par l'attitude de l'électeur, les normes subjectives (sociales, politiques et culturelles) et la perception de son propre comportement de vote (utilité du vote et utilisabilité de l'urne). Cette figure montre aussi que la capacité à voter, quelles que soient les aptitudes et les compétences des citoyens, doit être un souci essentiel de la conception de ces urnes, tout comme la nécessité d'adapter l'interface de l'urne aux préférences et aux aptitudes individuelles, ou la nécessité de bénéficier d'une interface intuitive et simple dont la maîtrise ne repose pas sur les compétences langagières et le niveau attentionnel du citoyen. De la même manière, des caractéristiques de la situation comme la nécessité d'un isolement adapté à tous les citoyens (y compris handicapés moteurs et déficients visuels) doivent permettre à certains électeurs d'approcher et d'utiliser l'urne électronique indépendamment de leur corpulence, taille ou capacité motrice.

Pour synthétiser ce processus d'acceptation de l'urne, quatre notions-clés nous semblent spécifiques aux urnes électroniques, deux ne se retrouvent pas dans les technologies numériques classiques (ordinateur personnel, jeux vidéo ...) :

- la nécessité d'avoir une **utilisabilité** adaptée à 100% des électeurs ;
  - **l'accessibilité** pour tous ;
  - la reconnaissance de l'urne comme étant **crédible** pour l'électeur ;
  - la garantie de la **légitimité** des résultats du vote.
- Reprenons en détails ces quatre points.

### 3.1 L'exigence d'utilisabilité parfaite de l'urne

Voter c'est s'exprimer sur l'avenir de sa municipalité, de sa région ou de son pays. Face au caractère vital de cet acte pour la vie citoyenne on ne peut admettre qu'un système de vote, électronique ou non, s'interpose entre l'électeur et son droit d'expression. Cela veut dire que l'utilisabilité de ce type particulier de système doit être extrêmement élevée et doit concerner les facteurs suivants :

- Une efficacité à 100% : l'efficacité concerne l'accomplissement d'une tâche (indépendamment de l'efficacité dans le temps, par exemple) par n'importe quel type d'utilisateur (y compris les analphabètes, les seniors et les porteurs de handicap). Cette dimension concerne aussi la qualité de la tâche accomplie. Un système de vote ne doit empêcher personne de voter ni faire dévier l'électeur, même minimalement, de son intention de vote.
- Une intuitivité extrême : c'est-à-dire une extrême facilité d'apprentissage. Lors d'une élection, les utilisateurs ne doivent en aucun cas avoir des difficultés à comprendre l'interface et doivent pouvoir comprendre immédiatement ce qu'ils sont supposés faire.
- Une totale satisfaction : l'électeur doit quitter le système de vote totalement satisfait.

### 3.2 La nécessité d'une accessibilité parfaite

De manière générale, l'objectif de l'accessibilité est de supprimer les barrières qui empêchent les personnes à capacités réduites de participer aux activités essentielles de la vie, incluant l'accès aux services, l'utilisation des produits et l'accès à l'information. Pourtant ces objectifs sont loin d'être atteints dans tous les pays occidentaux. L'exemple du Web est significatif : alors qu'il devrait être accessible à tous il ne l'est en fait que très partiellement. Les études successives sur l'accessibilité du web concernant les handicapés visuels donnent des résultats d'accessibilité très faibles (en dessous de 10% des sites majeurs sont accessibles).

Pourtant des recommandations ont été publiées pour les différentes populations d'exclus potentiels des technologies, notamment par le W3C (World Wide Web Consortium) dans le but de rendre les sites accessibles à tous les utilisateurs indépendamment du matériel ou du logiciel utilisé pour présenter l'information et dans des environnements d'utilisation très divers. Ces recommandations sont applicables à des interfaces de vote. Il existe des solutions pour rendre les urnes accessibles à tous : par exemple les interfaces vocales, soit en saisie de données, soit en lecture (via une interface audio) sont des solutions relativement peu coûteuses qui peuvent également bénéficier aux personnes valides en complément des interfaces classiques. Par exemple interagir à la voix peut intéresser tous les utilisateurs, handicapés ou non, même si dans le cas du vote il faudra régler le problème de la confidentialité des choix de l'électeur.

On doit s'orienter vers la possibilité pour chacun de choisir l'interface qui lui convient selon ses capacités et ses souhaits. L'idéal serait que les systèmes de vote soient conçus en standard avec une interface adaptable aux utilisateurs et à l'environnement (UI4ALL, 1995).

Il existe donc des solutions technologiques et des recommandations pour toutes les catégories d'exclus potentiels du vote électronique (handicapés, seniors, analphabètes ou éloignés de la technologie). Pour avoir une urne de vote accessible à toutes ces catégories de populations et obtenir une accessibilité parfaite, il est nécessaire de vérifier, en particulier par des tests utilisateurs, que l'urne ne pose aucun problème de vote et est accessible pour chacune de ces populations.

### 3.3 Crédibilité du vote électronique

La prise en compte du contexte du vote souligne que l'élection est d'abord un lieu de pratiques et d'expressions sociales. De nombreuses variables (on pense bien évidemment à l'acceptation ou au refus de l'urne, aux stratégies des utilisateurs pour se faire aider, aux formes de communication entre l'humain et la machine, ...) sont d'abord des comportements de nature sociale. Aussi, pour expliquer les formes de transformation occasionnées par le vote électronique, plusieurs travaux ont cherché à identifier les raisons qui poussent les utilisateurs à utiliser des systèmes techniques. Dans cette perspective, Ong, Lai et Wang (2004) proposent de considérer que la « crédibilité perçue » (perceived credibility) est un élément essentiel de l'acceptation, du maintien des motivations et des intentions d'utiliser un système. Ce concept de crédibilité perçue fait suite à des notions d'utilisabilité et d'accessibilité perçues, de qualité ou encore de sentiment de valeur pour expliquer la manière dont le citoyen évalue la capacité de l'urne à reproduire fidèlement les intentions électorales de l'utilisateur. Cette évaluation se présenterait comme une mesure globale et intégrée des intérêts personnels et du contexte institutionnel.

Dans ce contexte, les critères ergonomiques ne peuvent plus seulement se limiter à des règles de simplification des interfaces humain-machine. Ils doivent arriver à montrer que l'interface est crédible, ou du moins à considérer que la crédibilité perçue est sans doute une dimension fondamentale de l'utilisabilité électorale. Le travail de Whitehead (1968) a été l'un des premiers à s'intéresser aux facteurs de crédibilité d'une source ou d'un média d'information. L'auteur avait notamment fait remarquer que la fidélité du message était attachée au professionnalisme ou à la compétence de l'émetteur, tout en soulignant que l'objectivité, la sûreté, la qualification, et le dynamisme ont été également identifiés dans la recherche comme facteurs de crédibilité. Plus récemment, Tseng et Fogg (1999) ont constaté que les utilisateurs d'ordinateur désiraient faire confiance à leurs systèmes, mais que cette confiance était souvent minée quand le système fournissait

une information incorrecte, ce qui réduisait la perception de crédibilité. Leurs travaux les ont conduits à distinguer quatre types de crédibilité :

- la crédibilité fondée sur des hypothèses ou « présumée » ;
- la crédibilité basée sur des rapports de tiers ou « réputée » ;
- la crédibilité basée sur une inspection rapide ou de « surface » ;
- la crédibilité basée sur l'interaction réelle ou « expérimentée ».

De ce point de vue, la crédibilité la plus élevée dépend de l'expérience de l'utilisateur et de sa confrontation directe et satisfaisante avec les caractéristiques du système. La perception de (l'in)crédibilité d'un média est symptomatique de la surcharge de l'information et de notre incapacité à traiter cette opulence informationnelle. La perception de crédibilité est donc un moyen pour l'humain de réduire le traitement de l'information en tentant de faire une évaluation globale de l'objectivité de l'histoire à laquelle il appartient, encore faut-il que le système électoral qui va écrire cette histoire soit perçu comme légitime.

### **3.4 La légitimité électorale**

L'idée même de la démocratie repose sur l'idée de la légitimité électorale. Avec la démocratie, le pouvoir n'est plus concédé aux représentants par les clans, les tribus, les seigneurs ou par le divin, mais par les choix individuels, secrets et anonymes de chaque électeur de la société.

Dans le système démocratique, la légitimité vient fondamentalement des élections, c'est-à-dire du processus qui permet et authentifie la délégation du pouvoir. Or ce modèle de démocratie représentative par le suffrage universel doit cohabiter avec un nouveau modèle de légitimation électronique. La superposition de ce modèle électronique à celui existant – et dont la confiance est « naturellement » plus élevée - donne lieu à une situation singulière d'hésitation et d'interrogation. En effet, comme la finalité du vote est de personnaliser et d'accepter le pouvoir d'une personnalité politique, il faut bien comprendre que le processus qui conduit à cette personnalisation collective est le fruit d'un désir socialement partagé de légitimité. Les électeurs se soumettent au choix majoritaire et acceptent les règles qui visent à donner le pouvoir à une personne. La légitimité du vote électronique, c'est-à-dire sa capacité à restituer la volonté partagée dans une société de produire électroniquement une décision souveraine, ne saurait donc être remise en cause par des problèmes de fiabilité, d'erreurs informatiques, d'ergonomie et de manque d'anonymat. L'urne électronique est donc avant tout un objet social : ce n'est pas l'urne en tant qu'objet qui impose la modification du processus électoral mais bien la nécessité socialement acceptée, le désir collectivement construit d'utiliser cet objet pour tous les citoyens. Pourtant, l'acceptation qu'une partie du processus électoral soit organisée par le système technique (ou par la manière dont des humains ont organisé le système technique) peut trouver un accueil favorable dans les populations, notamment si ces dernières ont le sentiment de participer plus activement et facilement à la vie politique. Aussi, la manière dont sont aménagées les interactions électeur-urne constitue une structure qui influence le fonctionnement démocratique et la légitimité des choix exprimés. L'urne représente donc une structure artefactuelle où les choix individuels doivent pouvoir s'exprimer le plus facilement possible, sans exclure l'expression des électeurs handicapés ou fragilisés. Son acceptation sociale implique non seulement un niveau d'utilisabilité très élevé et adapté à tous les électeurs, mais aussi une bonne compatibilité avec les exigences des droits humains fondamentaux et une légitimité socialement partagée.

C'est donc là tout l'enjeu des critères ergonomiques pour le vote électronique.

## 4 Critères ergonomiques pour le vote électronique

Les critères ergonomiques pour le vote électronique proposés dans la suite synthétisent les résultats de différentes recherches : il s'agit de tests utilisateurs et d'inspections ergonomiques réalisés sur les principales urnes de vote utilisées ces dernières années (pour plus de détails se référer à Michel et Cybis, 1999, 2005 ; Bederson *et al.* 2003 ; Cybis *et al.*, 2008). Pour construire ces critères, nous sommes partis de critères de Scapin et Bastien (1997) que nous avons adaptés à la situation du vote électronique.

Les douze principes ergonomiques suivants se voudraient applicables à tous les systèmes de vote électronique mais ils sont cependant assujettis à une adaptation selon le type de machine à voter et le type d'élection.

### 4.1 Compatibilité : flexibilité modale

Il s'agit de prévoir différents modes d'entrée et d'affichage d'informations. On devrait pouvoir offrir d'autres alternatives que la combinaison clavier-souris-écran ou écran tactile ou encore les boutons à presser en face d'un candidat donné. Ces trois alternatives correspondent à pratiquement tous les systèmes de vote actuels. Les sorties pourraient typiquement se présenter sous forme visuelle, textuelle et picturale (avec possibilité d'agrandissement), ainsi que sonore, tactile (Braille) voire haptique. Cette flexibilité modale permettrait ainsi une plus grande accessibilité des systèmes de vote aux différentes catégories d'exclus.

La plupart des systèmes de vote utilisés récemment tels que ceux du Brésil, du Venezuela ou de l'Inde ne proposent qu'un affichage des informations. L'entrée des informations se faisait par un clavier : le braille n'était employé qu'au Brésil pour l'entrée des informations (cf. figure 10) mais sans retour vocal ou sonore.



Figure 10. Clavier numérique avec inscriptions en Braille (Urne Électronique Brésilienne)

Par contre le modèle AccuVote-SX fabriqué par Diebold et employé aux élections américaines de 2004 proposait une interface sonore et une fonction d'agrandissement des textes sur l'écran, assurant la lisibilité accrue des informations.

### 4.2 Compatibilité avec les connaissances informatiques et les outils technologiques de l'électeur

Le vote ne doit pas nécessiter une bonne connaissance des technologies informatiques et de leur manipulation. En particulier il ne doit pas nécessiter la possession d'un ordinateur et d'une connexion Internet. Or, par exemple, dans le cas du projet de vote électronique accessible depuis Internet en Suisse, l'accès à

Internet est un pré-requis de la tâche de vote, notamment car on attribue à l'électeur, également internaute, un code confidentiel unique qu'il reçoit par la poste.

La complexité de la procédure d'authentification (mot de passe à retenir, carte à numéro à conserver, code secret à retenir) pose à n'en pas douter d'énormes problèmes d'accessibilité pour tous, et surtout pour les personnes âgées et aveugles (cf. figure 11). Une grande catégorie de la population risque donc d'être exclue avec ce système, à savoir les non habitués à la technologie et les personnes ne possédant pas d'ordinateur (ou pas d'ordinateur compatible avec le périphérique fourni). Une partie des personnes aveugles, malvoyantes et des seniors sera aussi exclue car le Web leur est difficilement accessible.

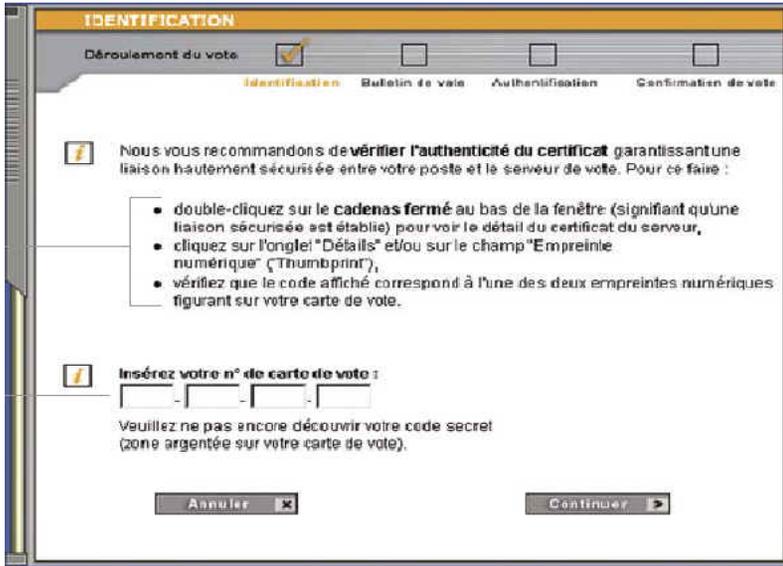


Figure 11. Écran d'identification du système de vote par Internet employé en Suisse

### 4.3 Guidage renforcé et amical

L'interface doit accueillir les électeurs et les inviter à l'interaction d'une façon amicale (personnalisée), claire et détaillée, tout en conservant un style concis. Les libellés doivent être précis et complétés par des instructions claires et détaillées concernant la tâche de vote.

Les deux interfaces de l'urne brésilienne que nous avons étudiées (celle de 1996 et celle de 2002) avaient d'énormes défauts de guidage.

On constate sur l'écran initial, un manque total de guidage : la seule incitation étant le premier curseur qui clignotait (cf. figure 12). L'indication donnée, en dehors des 5 caractères de soulignement, est le titre de l'écran signifiant « Conseiller Municipal ». Des informations de guidage un peu plus riches telles que l'explication de ce qu'on attend de l'électeur (voter pour le conseiller municipal), de la procédure proposée (taper 2 chiffres pour la liste, ou 5 pour le candidat) auraient été indispensables.

Quand cela est possible, on peut conseiller d'ajouter des photos de candidats et/ou les logos des partis au moment du choix (et non lors de la validation du vote).

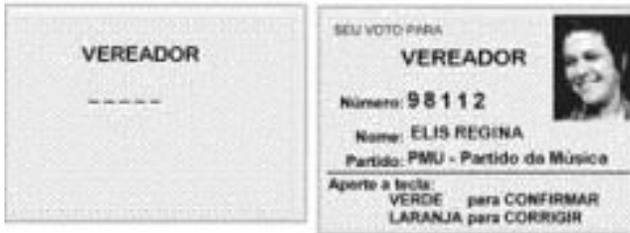


Figure 12. Écran initial pour le vote du conseiller municipal et écran de confirmation du vote Urne brésilienne de 1996

#### 4.4 Guidage : délimitation claire des votes

Lorsqu'il faut effectuer dans la même session plusieurs votes, il faut fournir des indications évidentes (visuelles et/ou sonores) de la fin de chaque vote et du début du vote suivant.

Les différents bulletins de vote de l'urne électronique brésilienne ont tous une apparence et des comportements identiques. Ils présentent d'abord un écran d'invitation à la saisie d'un code de candidat, suivi d'un autre écran de demande de confirmation de cette intention (cf. figure 13). En cas d'annulation, la page d'invitation à voter est présentée à nouveau. Le dispositif signale l'accomplissement d'un vote intermédiaire par un bref signal sonore accompagné de la présentation de la page initiale du bulletin suivant. Il n'y a donc pas un message visuel explicite confirmant que le dernier vote a été pris en compte. Tout ce que l'électeur peut observer lorsqu'il accomplit son vote est la présentation de la page d'invitation du bulletin de vote suivant, d'apparence générale identique à celle du bulletin que l'on vient de quitter. Visuellement parlant, l'effet d'une confirmation et celui d'une annulation se ressemblent beaucoup (figure 13).



Figure 13. Séquence d'écrans principaux de l'urne électronique brésilienne employée aux élections municipales. Les flèches rouges montrent l'effet d'une annulation.

On peut imaginer qu'en cas d'incident, l'électeur moins avisé puisse ne pas se rendre compte qu'il y a eu une transition de bulletin. Dans ce cas, il pourrait tenter

de voter pour un candidat à une élection (le conseiller municipal) sur le bulletin de vote de l'élection suivante (le maire).

Le système AccuVote-TSX de la société Diebold aux Etats Unis comporte lui aussi plusieurs écrans successifs : la navigation d'un écran à l'autre se fait grâce aux boutons « Next » et « Preview ». Indiquer à tout moment le vote correspondant à cet écran et le numéro de l'écran (par exemple 3 sur 5) favoriserait ce guidage.

#### **4.5 Feedback/contrôle local et global**

Lorsque plusieurs votes ont été effectués il faut présenter, à la fin des interactions, un bilan de ces votes, et donner aux électeurs la possibilité de tout annuler et de repartir à zéro dans la procédure. Pour chaque vote particulier il doit également être possible de corriger ce vote, de revenir au vote précédent pour vérifier ses choix et ainsi de naviguer entre les différents votes effectués tant que l'ensemble des votes n'aura pas été validé.

L'urne électronique employée en Inde est composée uniquement par des tablettes numériques sans ressources d'affichage de données (cf. figure 14). Lorsqu'un vote est accompli, un signal sonore se fait entendre et un voyant rouge clignote pour quelques instants sur la ligne du candidat choisi. Au bout de ces quelques secondes, le voyant s'éteint et le son s'arrête : l'électeur ne trouvera plus aucune trace de son vote sur l'interface. Le manque de feedback et de possibilités de modifier le vote accompli est un défaut majeur de ce système.



**Figure 14.** *La machine électronique de vote (Electronic Voting Machine) employée en Inde*

#### **4.6 Focalisation de l'attention**

Les informations et les contrôles doivent être aussi proches les uns des autres que possible de manière à toujours focaliser l'attention des électeurs sur un même point de l'interface. Ainsi, lorsqu'un écran tactile n'est pas disponible, les touches du clavier devraient être disposées autour de l'écran.

Dans l'urne brésilienne, ce n'est pas le cas : à droite de l'écran se trouve un clavier numérique (cf. figure 15). Nous avons pu constater lors de tests utilisateurs de cette urne que beaucoup d'électeurs ne regardaient que le clavier et parfois ignoraient totalement l'écran.



Figure 15. Urne de vote du Brésil séparant l'écran, à gauche du clavier, à droite

#### 4.7 Lisibilité accrue

Ce critère s'applique surtout aux malvoyants et aux seniors. Pour ces utilisateurs il faut prévoir des contrastes importants ainsi que des mécanismes simples d'agrandissement des affichages.

Pour la plupart des interfaces de vote, un manque de contraste, parfois un mauvais choix de la police de caractères et une grande densité informationnelle nuisent à la lecture des informations, particulièrement chez les déficients visuels et les aveugles. Par exemple dans le vote AccuVote-TSX aux Etats-Unis, la case à sélectionner tactilement est peu lisible et de taille réduite (donc difficile d'accès en particulier pour les seniors).

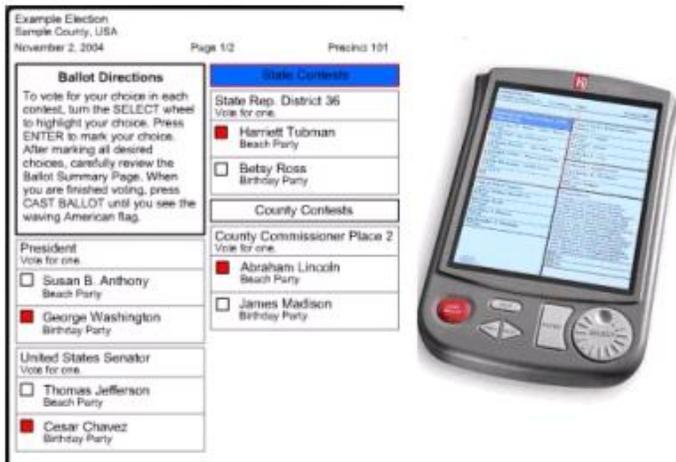


Figure 16. Interface de l'eSlate Electronic Voting System

De même pour le eSlate Electronic Voting System (cf. figure 16), de Hart InterCivic, le texte est difficilement lisible pour les seniors ou les malvoyants, ainsi que le texte sur les boutons de l'urne. De plus, tourner la roue "SELECT" est probablement source de problèmes, particulièrement pour les seniors (compatibilité modale).

En dehors du contraste, et de même que pour les interfaces destinées aux malvoyants ou aux seniors, il faut une police de caractères et une taille de caractères appropriées ainsi qu'une densité des informations limitée.

#### **4.8 Langage électoral**

Il faut utiliser des termes connus de tous plutôt que des termes techniques. Par exemple, il est préférable d'utiliser « Voter » au lieu de « Confirmer » ou « Valider ».

Dans le système suisse de vote par Internet il fallait mémoriser et manipuler plusieurs codes. Il en était de même des différentes urnes brésiliennes : 2 nombres à retenir en 1996, puis 6 en 2002.

Pour l'urne du Brésil, après la saisie du code du candidat, était proposée la validation ou la correction (figure 13) : les tests utilisateurs ont montré que certains électeurs suite à la saisie de leur code restaient bloqués devant cet écran de validation/correction, parfois pendant plusieurs minutes, ne sachant que faire, et allant jusqu'à abandonner. Les interviews qui ont suivi les tests utilisateurs ont montré que pour ces électeurs le terme valider n'avait pas de sens.

Pour le eSlate Electronic Voting System (cf. figure 16), l'interface utilisateur manque de clarté. Le bouton "SELECT" est utilisé pour modifier le choix mis en évidence sur l'écran (en bleu foncé). De plus, c'est le bouton "ENTER" qui effectue la sélection.

#### **4.9 Protection des votes importants**

Lorsqu'un électeur doit effectuer plusieurs votes successifs dans une même session, les risques d'erreurs sont importants : pour cette raison, il est conseillé de commencer par les votes les plus importants.

L'urne électronique employée au Brésil depuis 1996 oblige l'électeur à suivre une séquence de votes définie au préalable. Ainsi les votes les plus importants sont proposés à la fin du processus, le dernier vote étant celui du président. La réussite de ce vote peut être dépendante de celle des votes antérieurs. En effet, en 2004, l'électeur était forcé de passer par 5 autres bulletins, plus difficiles à effectuer, avant d'arriver au bulletin destiné au vote pour le président. Or, on a pu montrer que ce dispositif met en péril les votes des personnes les plus défavorisées dont un nombre significatif n'interagit qu'avec le clavier, ne regardant pas les informations affichées sur l'écran (Michel et Cybis, 1999). En cela les électeurs suivent un script d'actions à effectuer sur le clavier, constitué de répétitions de séquences de frappes. De ce fait, certains électeurs se focalisent uniquement sur les touches numériques, afin de saisir les codes des candidats, et sur la touche "Confirmer". Une erreur d'exécution de ce script déclenche une réponse du système (par exemple un message d'erreur affiché à l'écran) qui sera donc ignoré par ces électeurs. Cette situation implique inévitablement des incidents sur ce vote et sur les votes suivants. Il est donc fort probable que l'obligation d'effectuer 5 votes avant celui du président ait eu une influence sur la réussite de ce dernier vote.

#### **4.10 Correction intuitive des erreurs**

On sait que plus le niveau de développement d'un pays est bas, plus nombreux seront les exclus technologiques. Pour ces pays, un niveau faible d'accessibilité des urnes est encore plus catastrophique : de ce fait, parmi les critères d'utilisabilité électorale présentés ici, l'un des plus importants est le contrôle global. Même l'électeur le plus défavorisé devrait avoir à tout moment l'opportunité de corriger aisément ses différents votes, voire de tout annuler.

En cela, le système employé en Inde est totalement dépourvu de correction d'erreurs. En effet, les tablettes numériques sont conçues de façon à effectuer le vote pour un candidat et la confirmation de ce vote par une même action. Quand un électeur presse sur un des boutons bleus de la tablette, le vote est saisi et en même temps enregistré. On voit qu'avec cette machine aucune erreur n'est permise.

#### 4.11 Compatibilité avec les objectifs des électeurs

Il doit y avoir une correspondance directe entre les objectifs des électeurs (voter pour un candidat, pour un parti, voter blanc, annuler le vote) et l'interface. La réalisation de ces objectifs ne doit jamais être associée à des actions exotiques, comme saisir le code d'un candidat inexistant par exemple (comme c'est le cas dans l'urne brésilienne).

Dans le cas de l'urne de vote indienne, il y a un manque de compatibilité entre l'intention légitime des électeurs de voter blanc et les possibilités du système. En effet, on observe qu'il n'y a pas de commande associée au vote blanc sur la tablette et que la séance de vote ne se clôture qu'à condition d'avoir choisi un candidat par pression sur un des boutons bleus. Ainsi, avec ce dispositif, l'électeur ne peut manifester son insatisfaction ni par un vote blanc ni par vote nul.

#### 4.12 Support à la confiance

Les interfaces de vote doivent rassurer l'électeur sur la fiabilité du système en prévoyant, par exemple, l'impression du bulletin de vote rempli électroniquement. L'électeur a tendance à faire davantage confiance à un système qui lui permet de tenir un bulletin dans ses mains et de pouvoir ainsi le vérifier avant de le déposer dans l'urne.

On constate que la plupart des principales urnes électroniques utilisées à ce jour ne proposent pas ce type de possibilités. Comment les gens qui utilisent des urnes électroniques aux USA, au Brésil ou en Inde peuvent-ils vérifier si leurs votes ont été correctement pris en compte par le système ? Ils ne voient pas d'objets tangibles associés à leurs votes et ne comprennent pas les arguments techniques avancés par les autorités responsables. À l'heure actuelle le seul dispositif capable de rassurer l'utilisateur de la prise en compte du vote par le système est celui employé au Venezuela (cf. figure 17). Immédiatement après l'expression d'un vote, l'urne imprime un bulletin en papier que l'électeur peut contrôler. L'électeur dépose ensuite ce bulletin à l'intérieur d'une urne en carton placée à côté du dispositif électronique. L'électeur peut partir rassuré car il existe une trace matérialisée de son vote qui pourra être récupérée et éventuellement recomptée. Malheureusement ce contrôle n'est pas prévu dans la plupart des systèmes de vote électronique actuels.



**Figure 17.** *Système Smartic, employé au Venezuela, qui imprime un bulletin en papier que l'utilisateur peut vérifier avant de le déposer dans l'urne en carton*

Les concepteurs d'urnes électroniques devraient appliquer non seulement ces principes spécifiques au domaine de l'urne électronique, mais également les compléter par les recommandations, normes et critères ergonomiques classiques (Brangier et Barcenilla, 2003). Il faut noter aussi que lorsque le vote est un acte obligatoire (comme c'est le cas dans certains pays) les priorités des concepteurs en

terme d'utilisabilité sont probablement l'efficacité et l'efficience : pour les décideurs, la satisfaction des électeurs ne semble pas être une priorité. Par contre, lorsque le vote est non obligatoire, les urnes devraient devenir un moyen d'augmenter le nombre de votants par rapport au vote traditionnel : ainsi la satisfaction des électeurs devient un enjeu important du système de vote.

Enfin n'oublions pas que si l'on veut limiter le nombre des exclus du vote, il est indispensable, au-delà du respect des recommandations ergonomiques, que l'accès aux urnes soit possible pour tous avant le vote pour une familiarisation et un apprentissage du système. Mais aussi, à court terme, tant qu'on n'a pas pu s'assurer qu'un système de vote électronique donné permet à tous de voter, les décideurs devraient offrir la possibilité, pour ceux qui le désirent, de continuer à voter de manière classique

## **5 Comment permettre un vote accessible à tous ?**

La conception d'un système de vote électronique doit évidemment être guidée par des facteurs qui procurent aux électeurs une bonne acceptabilité de ce dernier : c'est-à-dire l'utilisabilité, l'accessibilité, la légitimité et la crédibilité. Cela doit impliquer la prise en compte des critères ergonomiques présentés ci-dessus et la mise en place d'une approche de développement centrée utilisateur (ISO 13407). Pour y arriver il est nécessaire de constituer une équipe de conception multidisciplinaire incluant des informaticiens, des ergonomes spécialistes de l'accessibilité, des designers, et aussi des représentants des électeurs ainsi que des experts en droit, en sciences politiques et sociales. Cette approche doit être caractérisée par des cycles de conception et d'évaluation des versions successives d'un système interactif jusqu'à ce que ce système atteigne une bonne acceptabilité électorale. Suivant les préconisations de l'approche "Conception pour tous", tous les types d'utilisateurs doivent être impliqués dans les évaluations des versions successives du système. Il faut rappeler à nouveau que, par rapport à un système interactif classique, les exigences, en ce qui concerne l'utilisabilité, l'accessibilité, la légitimité et la crédibilité des systèmes de vote électronique sont maximales. Ce cadre conceptuel et méthodologique doit être accepté et soutenu par toutes les parties prenant place dans les actions de développement de ces systèmes. De plus, un comité d'experts indépendants doit obligatoirement certifier les procédures mises en place pour le développement de systèmes de vote, ainsi que le résultat final.

## **6 Conclusion**

L'ergonomie peut-elle permettre au vote électronique d'accéder au statut de procédure démocratique ? C'est là une question fondamentale et difficile, dont l'enjeu est pratique et théorique ! L'urne électronique est un véritable défi pour l'ergonomie qui ne peut plus se contenter de scores d'utilisabilité élevés. Elle doit raisonner en performance absolue, c'est-à-dire avec des exigences de performances comparables à celles du vote manuel. Sur le plan théorique, les enjeux de l'utilisabilité électorale obligent sans doute une évolution de certaines notions d'ergonomie (comme celle de la conception inclusive) et un rapprochement avec des disciplines comme la sécurité informatique, le droit électoral ou les sciences politiques. Il s'agit donc d'une ouverture vers les sciences classiques et aussi vers les sciences sociales et politiques.

Il faudrait que la conception d'un système de vote électronique passe par un cycle d'ingénierie de l'utilisabilité et que la structure générale de ce processus soit analogue à celle proposée par la norme ISO 13407. Avec, bien sûr, la nécessité

d'impliquer des utilisateurs finaux pendant tout le cycle. Toutes les catégories d'utilisateurs devraient être concernées, particulièrement les exclus de la technologie. Les principes généraux de conception devraient intégrer les critères ergonomiques pour le vote électronique, et la spécification de l'utilisabilité doit prévoir des exigences de productivité et de satisfaction très élevées, outre les facteurs de légitimité et de crédibilité. Ces "inputs" doivent évidemment être validés par toutes les parties prenantes : les autorités, les fabricants et les électeurs. A chaque cycle de développement, les tests d'utilisabilité doivent avoir un caractère très rigoureux et exigeant. Il n'est pas possible d'admettre des erreurs d'ergonomie sur les urnes ni des niveaux d'utilisabilité en dessous de l'optimal.

Il reste donc beaucoup à faire, et l'utilisabilité ergonomique devra jouer un rôle fondamental dans le processus démocratique.

## 7 Références

Bederson, B. B., Lee, B., Sherman, R., Herrnson, P. S., Niemi, R. G. (2003). Electronic Voting System Usability Issues. In *CHI 2003, ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI Letters, 5(1), 145-152, Disponible à <http://www.cs.umd.edu/local-cgi-bin/hcil/sr.pl?number=HCIL-2002-25>

Brangier, E., Barcenilla, J. (2003). *Concevoir un produit facile à utiliser : adapter les technologies à l'homme*. Éditions d'organisation, Paris.

Brangier, E., Hammes, S. (2007a). Comment mesurer la relation humain - technologies - organisation ? Élaboration d'un questionnaire de mesure de la relation humain-technologie-organisation basée sur le modèle de la symbiose. *Revue PISTES*, Vol 9, n°2, <http://www.pistes.uqam.ca/v9n2/articles/v9n2a1s.htm>.

Brangier, E., Hammes, S. (2007b). Les approches psychosociales du management des technologies de l'information et de la communication. In M. Bromberg et A. Trognon (Eds.), *Psychologie sociale et ressources humaines*, Paris : PUF, 463-478.

Cybis, W. A., Michel, G., Brangier, E. (2008). L'ergonomie dans l'enjeu démocratique du vote électronique des citoyens : éléments d'utilisabilité politique. In *La relation de service : nouveaux usages, nouveaux acteurs*. Bobillier Chaumon (Ed.), PUG, Grenoble.

Davis, F.D. (1986). *A technology Acceptance Model for empirically testing new end-user information systems: theory and results*. Ph.D. Thesis, MIT Sloan School of Management, Cambridge.

Davis, F.D. (1989). Perceived usefulness, Perceived ease of use, and User acceptance of Information technology. *MIS Quarterly*, vol. 13, num. 3, 319-339.

Hart Intercivic (2006). *Electronic Voting System – eSlate*. Disponible à : <http://w2.eff.org/Activism/E-voting/infosheets2006/HarteSlate3000.pdf>.

IEEE 1583 (2002). *Aims to Improve Voting Process and Help States Replace Older Voting standards*. Disponible à : <http://www.louiseferguson.com/resources/evoting-us.htm>.

India Elections (2006). *The Electoral System of India*. Disponible à : <http://www.indian-elections.com/electoralsystem/electricvotingmachine.html>.

- ISO (1999). *ISO 13407: Human-centred design processes for interactive systems*. International Standards Organisation, Geneva.
- King, W.R., He, J. (2006). A meta-analysis of the technology acceptance model. *Information & Management*, vol. 43, 740-755.
- Legris, P., Ingham, J., Colletette, P. (2003). Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model. *Information & Management*, num. 40, 191-204.
- Machines à voter (2007). *Association de citoyens et d'informaticiens pour un vote vérifié par l'électeur*. Disponible à : <http://www.ordinateurs-de-vote.org/>.
- Michel, G., Cybis, W. A. (1999). Vers une exclusion technologique : expérience de l'évaluation ergonomique du vote électronique au Brésil. In *Actes de 11<sup>ème</sup> Conférence Francophone D'Interaction Homme-Machine IHM'99*, Nanard, B. (Eds), Cépaduès, Toulouse, 3-62.
- Michel, G. A., Cybis, W. A. (2005). Electronic voting for all : the experience of the Brazilian computerized voting system. In *Actes de la Conférence UPA Conférence 2005*, Montreal, Canada.
- Ong, C.-S., Lai J.-Y., Wang Y.-S. (2004). Factors affecting engineers' acceptance of asynchronous e-learning systems in high-tech companies. *Information & Management*, vol. 41, 795-804.
- Robertson, S.P. (2005). Voter-centred design : toward a voter decision support system. *ACM Transaction on computer-human interaction (TOCHI)*, vol. 12, issue 2, 263-292.
- Scapin, D. L., Bastien, J. M. C. (1997). Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems. *Behaviour & Information Technology*, vol. 16, 220-231.
- Smartmatic (2006). *Special: Venezuelan Elections 2004*. Disponible à : [http://www.smartmatic.com/infography\\_01.htm](http://www.smartmatic.com/infography_01.htm).
- TRE-M (2006). *Description de l'urne de vote brésilienne*. Disponible à : [http://www.tremg.gov.br/urna\\_eletronica/historico\\_voto\\_elet/voto\\_eletronico2tri.htm](http://www.tremg.gov.br/urna_eletronica/historico_voto_elet/voto_eletronico2tri.htm).
- Tseng S., Fogg, B.J. (1999). Credibility and Computing Technology. *Communications of the ACM*, vol. 42, num. 5, 39-44.
- UI4ALL (1995). *ERCIM Working Group "User Interfaces for All"*. Disponible à : [ui4all.ics.forth.gr](http://ui4all.ics.forth.gr).
- Whitehead, Jr. J.L. (1968). Factors of Source Credibility. *Quarterly Journal of Speech*, vol. 54, num. 1, 59-63.