

## Vote électronique et preuve papier

Chantal Enguehard

► **To cite this version:**

Chantal Enguehard. Vote électronique et preuve papier. 14<sup>ème</sup> Colloque international "De l'insécurité numérique à la vulnérabilité de la société", Jun 2007, Paris, France. publication électronique, 2007. <halshs-00409469>

**HAL Id: halshs-00409469**

**<https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00409469>**

Submitted on 7 Aug 2009

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Vote électronique et preuve papier

Chantal Enguehard

LINA - FRE CNRS 2729  
2, rue de la Houssinière  
BP 92208  
44322 Nantes Cedex 03  
France

**Résumé :** Les ordinateurs de vote qui dématérialisent les bulletins sont opaques et leurs résultats sont invérifiables. Les ordinateurs matérialisant les bulletins de vote peuvent apparaître comme un progrès vers des systèmes vérifiables. Cet article analyse ces objets et leur environnement organisationnel. Il démontre l'existence de graves failles de sécurité, difficiles à combler, qu'il illustre avec plusieurs exemples réels. Enfin, il propose un nouveau paradigme de vote intégrant des mesures qui garantissent la tenue d'élections respectant les principes de tout scrutin démocratique : transparence, anonymat, unicité, confidentialité et sincérité.

**Mots-clés :** vote électronique, élections, ordinateur de vote, machine à voter, preuve papier vérifiée par l'électeur, bulletin vérifié par l'électeur, Ordinateurs de Vote avec Bulletin de vote Dématérialisé, OdV-BD, Ordinateurs de vote avec Bulletin de vote Matérialisé, OdV-BM), Ordinateurs de vote avec Bulletin de vote Matérialisé Vérifié par chaque Électeur, OdV-BMVÉ, Ordinateurs de Vote avec Bulletin de vote Matérialisé et Numérisé, OdV-BMN, Ordinateur de Vote avec Bulletin de vote Matérialisé sans dépouillement, OdV-BMsD, sécurité informatique, fraude, erreur, anonymat, pression, transparence, confidentialité, accessibilité.

**Abstract:** Electronic voting computers which dematerialize ballots are not transparent and their results are unverifiable. Voting computers producing paper ballots may appear as a progress towards verifiable systems. This article analyzes these objects and their organisational environment. It shows the existence of serious flaws of safety, and shows several real examples. Finally, it presents a new paradigm which guarantees elections respecting the principles of any democratic poll: transparency, anonymity, unicity, confidentiality and sincerity.

**Keywords:** electronic voting, elections, poll, voting computers, Voter Verified Paper Ballot, VVPB, Voter Verified Paper Audit Trail, VVPAT, Voter Verified Audit Trail, VVAT, security flaws, pression, transparency, confidentiality, accessibility

Depuis les années 2000, le vote électronique se répand dans de nombreuses démocraties (Belgique, Brésil, France, Estonie, États-Unis, Hollande, Inde, Vénézuéla, etc.) mais en se présentant sous des formes diverses.

Cet article ne traite pas du vote électronique à distance (par internet ou sur des kiosques de vote électronique) mais est limité aux ordinateurs de vote<sup>1</sup> situés dans les bureaux de vote. Il ne procède pas par une étude typologique des actions associées aux usages (choisir un bulletin, le glisser dans l'urne, compter les bulletins), étude qui sera prochainement publiée. Au contraire, il s'agit ici de décrire et d'analyser les objets qui s'inscrivent visiblement dans le champ de l'électeur.

Cet article rappelle dans sa section 1 les principes régissant une élection démocratique. Dans la section 2, il définit les ordinateurs de vote avec bulletin de vote dématérialisé. La section 3 est entièrement consacrée aux différents concepts d'ordinateurs matérialisant les bulletins de vote des électeurs. Elle en présente une typologie, les avantages attendus, les difficultés et les failles. Des exemples réels d'implantation figurent en section 4. La section 5 propose le concept nouveau d'ordinateur de vote sans dépouillement et en effectue une analyse critique.

## 1. Principes pour une élection démocratique

La notion de démocratie a beaucoup évolué au cours des siècles. Dans l'antiquité, seule une fraction réduite des individus possède le titre de citoyen, et il est alors courant de recourir au tirage au sort pour désigner les représentants légitimes (parmi les volontaires). Dans les démocraties modernes, les représentants sont désignés par élections, quelquefois au suffrage universel (proclamé pour la première fois en France en 1848<sup>2</sup>) [Manin 1995].

Les procédures de vote varient selon les pays. Par exemple, l'usage d'un bulletin unique sur lequel le votant marque son choix en cochant une ou plusieurs cases est très généralisé<sup>3</sup>, mais n'est pas utilisé en France ; le passage par un isoloir, généralement obligatoire, est optionnel en Espagne [OSCE/ODIHR 2004].

Au-delà de ces différences de procédures, un scrutin peut être qualifié de démocratique s'il respecte un ensemble de principes :

— transparence : le recueil des votes et leur totalisation doivent être compréhensibles et visibles par tout citoyen.

— confidentialité : chaque électeur doit pouvoir effectuer son choix seul, en toute intimité.

— anonymat : il doit être impossible de relier un bulletin de vote à l'électeur qui l'a choisi et mis dans l'urne.

— unicité : chaque électeur peut voter une et une seule fois. En particulier, le système de vote ne doit pas gêner l'expression de l'intention de vote.

— sincérité : le décompte des suffrages correspond à la volonté des électeurs.

Les élections doivent se dérouler à intervalles réguliers, connus à l'avance. Elles doivent être justes, libres et équitables.

L'organisme responsable de l'organisation des élections doit favoriser la confiance dans

1 Le terme de "machines à voter" a été introduit dans le code électoral en 1969, époque où il ne s'agissait pas d'informatique. Il n'est plus approprié aux ordinateurs actuellement utilisés.

2 En fait, il ne devient vraiment universel en France qu'en 1944 quand le droit de vote est enfin accordé aux femmes.

3 Ce type de bulletin est appelé 'bulletin australien', d'après son pays d'origine.

le système électoral, notamment en rendant des comptes, afin de garantir l'honnêteté dans le décompte des voix et l'annonce des résultats [OSCE 2005].

## **2. Ordinateurs de Vote avec Bulletin de vote Dématérialisé (OdV-BD)**

### **2.1. Principe**

Les systèmes de vote électroniques qui étaient les plus courants aux alentours de 2004 sont des ordinateurs de vote dématérialisant le bulletin de vote. Ils sont dits DRE pour Direct Recording Electronic. Avec ces dispositifs, les votes des électeurs sont directement enregistrés par l'ordinateur. Il n'y a plus de bulletin de vote en papier. Ces dispositifs ne gèrent pas les émargements, et la plupart se contentent d'exprimer les résultats de la journée de vote en les imprimant sur un papier ou un support informatique. Quelques-unes transmettent directement les résultats en utilisant le réseau internet ou un modem mais cette option a généralement été écartée pour des raisons de sécurité.

Différentes phases de vote sont alors concentrées dans le même espace : lorsqu'il se présente devant l'ordinateur, l'électeur prend connaissance des différentes options, fait son choix (intellectuellement) si ce n'est déjà fait, exprime ce choix en utilisant un stylo optique, en appuyant sur un bouton, en saisissant une suite de chiffres, ou par simple pression sur un écran tactile puis il le rend définitif ; le comptage des votes est effectué, après clôture du scrutin, par le même dispositif informatique.

Il faut noter que ces différentes phases sont bien distinguées dans la procédure de vote traditionnelle avec urne transparente et bulletins en papier. L'électeur prend connaissance des différentes options en s'emparant des bulletins de vote<sup>4</sup> présentés sur la table de décharge, il fait son choix dans l'isoloir et le matérialise en glissant son bulletin dans une enveloppe, il rend ce choix définitif hors de l'isoloir, publiquement, en glissant son enveloppe dans l'urne. Le dépouillement est effectué, après clôture du scrutin, par différentes personnes : membres du bureau de vote, scrutateurs, etc.

### **2.2. Avantages attendus**

Les ordinateurs de vote pourraient améliorer les scrutins en facilitant le vote de tous, y compris des personnes handicapées, par la mise en place d'interfaces humain-machine adaptées, mais les études d'accessibilité sur les systèmes existants montrent que les questions d'accessibilité ont été largement sous-évaluées et mal appréhendées par les constructeurs [Michel 1999].

En France, où les candidats doivent financer l'impression de leurs bulletins de vote, la dématérialisation du bulletin affranchirait tous les candidats de cette charge. Elle donnerait aux électeurs la possibilité de voter pour n'importe lequel d'entre eux, ce qui n'est pas toujours le cas puisque les bulletins de vote des petits candidats ne sont pas toujours présents dans tous les bureaux de vote. La dématérialisation du bulletin peut donc être un facteur d'équité entre les candidats et entre les électeurs.

Les bulletins étant produits via l'ordinateur, il n'y a pas de bulletins nuls du fait des électeurs.

Le dépouillement, effectué par l'ordinateur, est plus rapide que lorsqu'il est réalisé par des humains.

---

4 ou du bulletin s'il s'agit d'un scrutin utilisant un bulletin australien

### 2.3. Failles

Ces dispositifs présentent plusieurs inconvénients majeurs. Ils sont opaques (leur fonctionnement est hors de portée des électeurs) et vulnérables (le logiciel peut présenter des erreurs, il est facile de frauder en changeant le logiciel de vote avant les élections sans que ce changement soit détecté). Plusieurs caractéristiques d'un vote démocratique rendent impossible toute observation sur ce type d'ordinateurs de vote : le secret du vote interdit d'observer le cheminement des voix pendant le scrutin, et l'anonymat empêche une vérification a posteriori.

L'absence de preuves de vote matérielles à recompter exclut toute vérification indépendante des résultats énoncés par la machine à l'issue du scrutin. Il est donc impossible de prouver si ces résultats sont justes ou erronés. Paradoxalement, cette absence de preuves rend juridiquement incontestables les résultats pourtant invérifiables [Enguehard 2006]. Pourtant, la vérification de la sincérité des scrutins est cruciale : depuis les débuts du scrutin universel, les systèmes de vote ont toujours été soumis à de multiples tentatives de fraude. Il faut leur ajouter les défauts techniques du vote électronique susceptibles de provoquer des erreurs pas toujours immédiatement visibles, par l'exemple l'attribution d'une partie des voix obtenues par un candidat à un autre candidat.

De plus, un tel système n'empêche pas l'achat de vote ou les pressions. Le vote se déroulant entièrement dans l'isoloir, il est possible de se filmer de manière continue et de fournir ainsi une preuve de son vote [CEV 2004, appendix 2B].

Enfin, l'usage obligatoire d'un ordinateur pour exprimer son vote met en difficulté une grande partie de l'électorat, majoritairement, mais pas uniquement, parmi les personnes âgées et les handicapés qui sont amenés à voter en étant assistés et donc perdent la confidentialité de leur vote. Ces difficultés d'accessibilité sont souvent sous-estimées alors qu'elles ont une influence importante sur les votes des électeurs. Elles concernent tous les systèmes de vote électroniques présentés dans cet article.

La communauté scientifique internationale s'est prononcé dès 2004 pour rejeter ces systèmes de vote dématérialisant les bulletins de vote [ACM 2004].

## 3. Ordinateurs de vote avec Bulletin de vote Matérialisé (OdV-BM)

Il est donc indispensable que les bulletins de vote soient matérialisés. Ce concept peut être décliné selon différentes modalités.

### 3.1. Bulletins de vote matérialisés a posteriori

#### 3.1.1. Principe

L'ordinateur de vote, à la clôture du bureau, imprime une série de bulletins correspondant aux votes enregistrés dans sa mémoire.

#### 3.1.2. Avantages attendus

Les bulletins étant produits via l'ordinateur, il n'y a pas de bulletins nuls.

#### 3.1.3. Failles

Cette approche ne permet aucune vérification des résultats de dépouillement car les bulletins comptés n'ont pas été vérifiés par les électeurs au moment du vote. Une fraude ou une erreur peut avoir compromis le contenu de la mémoire. Comme c'est le contenu de la

mémoire qui est imprimé, celle-ci est obligatoirement en conformité avec les bulletins imprimés. L'impression d'une liste de votes ne permet pas à chaque électeur, pris individuellement, de vérifier si son vote a été correctement enregistré puis imprimé.

L'impression des bulletins de vote n'offre aucun apport quant à la transparence ou la fiabilité du processus et introduit même une faille de fiabilité technique (l'imprimante peut connaître des pannes). Un tel système doit être assimilé aux ordinateurs de vote dématérialisant les bulletins.

### **3.2. Ordinateurs de vote avec Bulletin de vote Matérialisé Vérifié par chaque Électeur (OdV-BMVÉ)**

#### *3.2.1. Principe*

Lors de chaque vote, l'ordinateur imprime un bulletin papier (une preuve physique de vote). L'électeur peut voir ce qui est imprimé sur ce bulletin et vérifier son adéquation avec son choix, mais il ne peut toucher ce bulletin généralement présenté derrière une vitre. Si l'électeur change d'avis, le bulletin est annulé, et l'électeur peut faire un autre choix. Les bulletins sont recueillis dans une urne scellée [Mercuri 2002]. En aucun cas, l'électeur ne peut emporter son bulletin de vote ou une copie de celui-ci.

À la clôture du bureau, l'ordinateur délivre les résultats du vote.

Les bulletins de vote recueillis dans l'urne peuvent être comptés.

#### *3.2.2. Avantages attendus*

L'électeur voit une preuve matérielle du bon enregistrement de son vote.

Les bulletins étant produits via l'ordinateur, il n'y a pas de bulletins nuls.

Les résultats peuvent être vérifiés indépendamment de l'ordinateur de vote : il est possible, à la clôture du bureau, de dépouiller le contenu de l'urne physique collectant les bulletins et de vérifier si les résultats énoncés par l'ordinateur sont conformes à ceux du dépouillement.

#### *3.2.3. Difficultés*

Il faut décider les modalités légales de recompte : les conditions de mise en oeuvre et les critères de choix des machines qui seront vérifiées doivent être soigneusement étudiés.

Voici quelques approches.

— Décompte en cas de résultat serré. Il s'agit d'une mauvaise stratégie, inspirée des difficultés rencontrées lors du décompte manuel de bulletins de vote. Ce critère n'a aucun sens dans le contexte de la lutte contre la fraude dans le domaine du vote électronique : il suffirait que le programme fraudé garantisse toujours un écart de voix suffisant pour échapper aux contrôles.

— Des demandes de vérification peuvent être issues de candidats ou d'électeurs, etc. pour des bureaux de vote particuliers qui ont connu des incidents comme des pannes techniques. Certaines demandes seraient acceptées, et d'autres pas, ce qui pourrait jeter la suspicion sur le système de vote.

— Le recompte peut porter sur une partie statistiquement significative des ordinateurs de vote en service. Mais le principe même de ne vérifier qu'une partie des urnes (choisies "au hasard") est équivoque. Vérifier qu'un ordinateur fonctionne ne constitue pas la preuve du bon fonctionnement d'un autre ordinateur. De plus, cette quantité doit être assez importante pour maintenir la confiance de la population dans la précision du système de vote et, surtout, le

choix des ordinateurs vérifiés doit être vraiment aléatoire et contrôlé par les électeurs.

Dans tous les cas, les ordinateurs de vote soumis à vérification ne doivent pas être désignés avant le scrutin ou durant la journée de vote, car la procédure de vérification pourrait être facilement contournée par des fraudeurs. Le moment du choix des ordinateurs de vote à vérifier doit donc être repoussé après la clôture des bureaux de vote. Le choix lui-même doit être réalisé publiquement par une personne assermentée, en présence de représentants des différents partis. La liste des ordinateurs à contrôler doit être communiquée aux bureaux de vote, ce qui peut représenter une complication. L'objectif premier de la mise en place du vote électronique étant un gain de temps lors du dépouillement, cette procédure introduisant un délai supplémentaire pourrait être mal acceptée.

La mise en oeuvre du recompte peut être immédiate ou différée.

Dans le premier cas, il faut trouver des personnes pour recompter les bulletins dans les bureaux de vote, or il est peu motivant de vérifier des résultats déjà énoncés par un ordinateur. Il s'agit d'une réalité sociologique du comportement humain. Alors qu'un consommateur peut avoir l'idée de vérifier la totalisation de ses achats calculée par un commerçant dans une petite boutique, il ne le fait plus lorsqu'il a affaire à la caisse automatique d'une grande surface. On peut déjà constater que les dépouillements automatiques effectués par les ordinateurs de vote n'attirent pratiquement personne, alors que les dépouillements manuels dont l'issue n'est pas connue à l'avance sont suivis et contrôlés par de nombreux citoyens.

Si la vérification est différée, il faut conserver les bulletins de vote en attendant la vérification effective. Le déplacement et le stockage sécurisé de bulletins de vote représentent des failles majeures de sécurité car ils favorisent la manipulation des bulletins et leur éventuelle substitution.

Enfin, le recompte ne doit pas être exercé ponctuellement mais doit être mis en oeuvre de manière pérenne, systématique et sous le contrôle direct des citoyens. Cette procédure de vérification est cruciale : elle sécurise le recompte et dissuade la fraude. Et surtout, c'est le seul moment de la procédure de vote où la transparence du processus de vote s'incarne concrètement.

Des difficultés juridiques peuvent apparaître en ce qui concerne les conséquences légales des cas de discordances observées entre le résultat de l'ordinateur et le dépouillement manuel. Le bureau de vote peut être annulé ou bien un ajustement peut être décidé comme c'est souvent le cas dans les bureaux de vote traditionnels lorsque de petits écarts sont constatés entre le nombre de bulletins trouvés dans l'urne et le nombre de signatures comptées sur le cahier d'émargement. La sincérité de l'ensemble des bureaux de vote utilisant un même type d'ordinateurs peut être mise en question.

Des difficultés techniques peuvent surgir à cause de l'imprimante (pannes, bourrage papier). La manipulation automatique des bulletins de vote est complexe car les votes ne peuvent être enregistrés au fur et à mesure sur un rouleau comme dans une caisse enregistreuse (si l'ordre des votes est connu, le secret du vote peut être dévoilé). Chaque bulletin doit donc être massicoté. L'urne doit être brassée afin de faire disparaître tout empilement.

### 3.2.4. Failles

Les ordinateurs de vote matérialisant un bulletin restent une idée intéressante à première vue, même si les difficultés ne manquent pas. Pourtant ce concept présente plusieurs défauts importants.

D'abord, ce paradigme ne prévoit pas de réponse adaptée à un électeur déclarant que le bulletin qu'a imprimé l'ordinateur ne correspond pas à son choix, déclaration qu'il ne peut prouver. Il est probable que les personnalités officielles (généralement dénuées de compétences informatiques) soient plus enclines à douter de la sincérité des électeurs plutôt que de la fiabilité d'une machine présentée comme impartiale par les fabricants, vendeurs et autorités compétentes. Il y a donc peu de chance qu'un électeur ayant constaté un tel incident soit entendu.

De plus, certains électeurs ne vérifieront pas le bulletin papier imprimé par l'ordinateur. Si le bulletin imprimé est de mauvaise qualité, utilise une police de caractères de petite taille, ou si l'électeur doit faire un effort, même minimal pour le voir (par exemple déplacer son regard), il est probable qu'un grand nombre d'électeurs ne le vérifieront pas<sup>5</sup>. Ce phénomène a pu être constaté par exemple au Brésil où les électeurs doivent souvent effectuer plusieurs votes à la suite les uns des autres alors que le mode de choix est assez compliqué puisqu'il faut saisir entre deux et cinq chiffres pour désigner un candidat. L'écran de contrôle étant situé à coté de l'ordinateur, beaucoup d'électeurs confirment leur vote sans vérifier ce qui y est affiché. De nombreux votes ont été perdus de cette manière, les codes saisis étant erronés comme l'indiquait l'écran de contrôle [Michel 1999]. En France, les observations directes ou relevées sur les procès-verbaux de bureaux de vote montrent que de nombreux électeurs ne vérifient pas l'écran de contrôle<sup>6</sup>.

Il apparaît donc qu'une machine programmée pour détourner une partie des votes au profit d'un candidat pendant la période des élections pourrait fonctionner sans que cette fraude soit détectée. Même si quelques électeurs s'étonnent que leur bulletin ne correspond pas à leur choix, ils peuvent en produire un autre en ne validant pas le premier. L'ordinateur répondant cette fois correctement à leur attente en se comportant honnêtement, certains penseront qu'ils s'étaient initialement trompés. D'autres pourraient signaler ce comportement bizarre, mais on peut se demander quel crédit leur serait accordé, surtout s'ils sont rares<sup>7</sup>. Un tel comportement erratique ne serait pas facilement diagnostiqué, seul le recompte pourrait le détecter. Ce type de fraude peut être déclenché le jour du vote et rester inactif le reste du temps (et donc pendant les tests).

Comme les résultats du vote peuvent être obtenus directement de l'ordinateur et indépendamment de la mise en oeuvre ou non du processus de recompte, l'importance cruciale de ce recompte risque d'être mal comprise par les gestionnaires des élections. Il est probable qu'il sera difficile, ou même quasiment impossible, de maintenir un haut niveau de qualité et

5 Une étude récente a montré que la plupart des électeurs ne vérifient pas l'écran de contrôle lorsqu'ils votent des ordinateurs de vote OdV-BD [Everett 2007].

6 Bien qu'ils aient échoué pour sélectionner un candidat, nombreux sont ceux qui tentent de confirmer leur vote (ce qui fait retentir un bip fort et répété), pourtant, la lecture de l'écran de contrôle aurait dû les renseigner sur le fait qu'aucun candidat n'était sélectionné.

7 Prenons le cas d'un ordinateur détournant 1 voix sur 50, et supposons que cette fraude soit vue et signalée une fois sur quatre. Dans un bureau avec 1000 votants, seuls 5 électeurs signalent un dysfonctionnement (qu'ils sont incapables de reproduire), alors que les 995 autres sont satisfaits. Ces cinq électeurs seraient-ils crus ?



de sûreté dans la mise en oeuvre effective de la procédure de vérification, notamment en raison des difficultés précédemment énoncées (voir 3.2.3.). Les bénéfices attendus de la matérialisation du vote (accroissement de la transparence, caractère vérifiables des résultats) seraient alors perdus. La principale faille de ce système de vote réside donc dans sa **capacité à fournir des résultats même si aucune procédure de vérification n'est mise en oeuvre.**

Enfin, ce système de vote ne met pas à l'abri des pressions. Comme pour les OdV-BD, le vote se déroule entièrement dans l'isoloir, il est donc possible de se filmer de manière continue et de fournir ainsi une preuve de son vote.

Il faut ajouter que de tels systèmes de vote, très spécialisés, rarement utilisés, doivent en plus être stockés et sécurisés ce qui représente une tâche complexe et coûteuse. Le moindre écart dans ce domaine peut favoriser la mise en place de fraudes.

### **3.3. Ordinateurs de Vote avec Bulletin de vote Matérialisé et Numérisé (OdV-BMN)**

Il s'agit de scanners optiques.

#### *3.3.1. Principe*

Chaque électeur vote à l'aide d'un bulletin sur lequel il a coché son ou ses choix<sup>8</sup> et qu'il glisse dans un scanner. Celui-ci détecte les choix cochés et met à jour les compteurs de voix de chaque candidat sans les afficher ni les imprimer. Les bulletins doivent être collectés dans une urne scellée.

À la clôture du bureau, le scanner délivre les résultats du vote.

#### *3.3.2. Avantages attendus*

L'électeur manipule directement une preuve physique de son vote, le bulletin, ce qui tend à accroître sa confiance dans le système de vote.

Il est possible, à la clôture du bureau, de dépouiller le contenu de l'urne et de vérifier si les résultats énoncés par le scanner sont conformes à ceux du dépouillement.

#### *3.3.3. Difficultés*

Une procédure de recompte doit être élaborée. Sa mise en oeuvre rencontre les difficultés déjà citées en 3.2.3.

#### *3.3.4. Failles*

Bien que la présence de bulletins de vote matérialisée soit rassurante, les scanners optiques peuvent facilement faire l'objet de fraudes [Hursti 2005], démontrant à quel point la question de la vérification manuelle est centrale.

## **4. Quelques exemples**

Il existe de nombreux exemples de mises en oeuvre effectives de systèmes de vote électroniques de type OdV-BMVÉ ou OdV-BMN. Tous présentent des failles importantes qui montrent que de nombreuses difficultés n'ont pas été surmontées.

### **4.1. Belgique**

Lors de l'expérience de "ticketing" menée en Belgique (élections du 18 mai 2003), les

---

8 bulletin australien

bulletins imprimés étaient de si mauvaise qualité (police de caractères presque illisible, tickets de différentes tailles et impossibles à empiler car, issus d'un rouleau, ils avaient tendance à s'enrouler) que les personnes en charge du comptage ont fini par renoncer. Le résultat de la machine a donc été utilisé (en contradiction avec le principe légal du dépouillement manuel faisant foi) au motif que « la conception et la forme des tickets n'ont pas permis d'effectuer le comptage manuel conformément aux prescriptions légales » [SénatBelgique 2004].

Dans cet exemple, la vérification, pourtant essentielle, est rendue impossible à cause d'une réalisation matérielle calamiteuse.

#### 4.2. Corée du Sud

La Corée du Sud a développé un système de vote de type OdV-BMVÉ qu'elle prévoit d'utiliser à partir de 2008. Les tickets de vérification sont enregistrés de manière continue mais aléatoire sur un rouleau de papier.

Chaque ticket présente les choix réalisés par l'électeur ainsi qu'une image cryptée dans laquelle sont encodées les mêmes informations, mais de manière illisible pour un oeil humain (voir fig. 1).

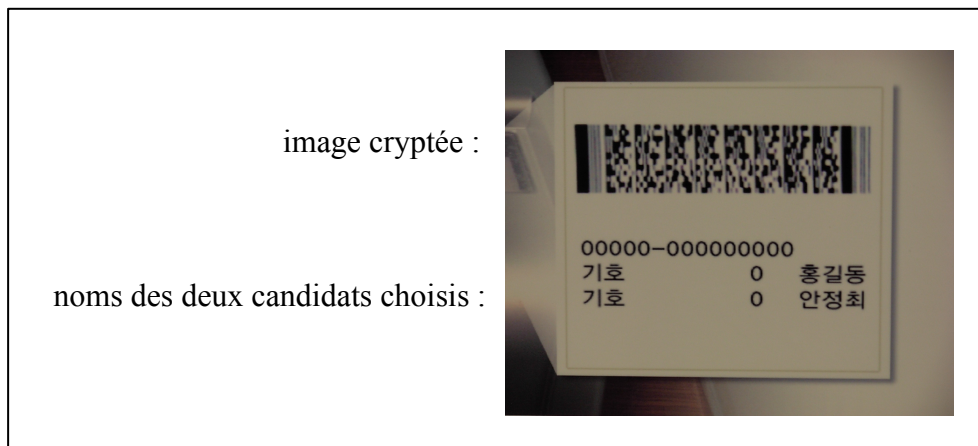


figure 1 : ticket de vote (Corée du Sud)

La procédure de vérification est fondée sur la lecture automatique des informations cryptées dans l'image, informations qui n'ont pas été vérifiées par les électeurs. Il s'agit donc d'une faille importante puisque le concept de bulletin vérifié par l'électeur perd tout son sens.

#### 4.3. Vénézuela

Lors du référendum de 2004, plus de 80% des électeurs ont utilisé des ordinateurs de vote. L'analyse statistique des résultats a montré des distorsions entre les résultats des ordinateurs et les résultats obtenus dans les bureaux de vote manuels. Il est apparu que les ordinateurs dont les résultats ont été vérifiés ne sont pas représentatifs de l'ensemble des ordinateurs utilisés et que la probabilité d'avoir établi cet échantillon au hasard est de  $10^{-198}$ . L'ensemble de l'analyse conclut que la sincérité des résultats officiels peut, avec raison, être mise en doute [Delfino 2006]. Elle est confortée par [Pericchi 2005]. Il faut souligner que ces analyses, fondées sur l'observation des résultats des bureaux de vote électroniques et manuels deviennent impraticables si tous les votes sont collectés par des ordinateurs.

Pour l'élection présidentielle de 2006 le Venezuela a généralisé l'usage du OdV-BMVÉ. 54% des ordinateurs de vote en service ont été vérifiés, 23% des recomptes ont révélé une différence avec les résultats délivrés par la machine, mais ces différences ont toujours été limitées à un faible nombre de voix (une à cinq voix) [EU EOM 2006]. Ce rapport de mission d'observation de l'Union Européenne ne détaille pas comment ont été choisis les ordinateurs vérifiés, et la gestion factuelle de cette vérification n'est pas détaillée.

Par contre il présente des évaluations en termes d'accessibilité : 53% des bureaux de vote ont noté les difficultés fréquemment rencontrées par les seniors, ou en zone rurale ; de nombreuses personnes ont dû être assistées alors qu'elles étaient censées voter seules. L'évaluation de l'accessibilité des ordinateurs de vote doit devenir une priorité tant ces chiffres sont préoccupants. Les personnes âgées et les zones rurales représentent une part importante de la population qui doit jouir pleinement de son droit de voter, en toute confidentialité, et pour le candidat de son choix. Enfin, 7% des bureaux de vote ont rencontré des interruptions à cause de problèmes techniques.

#### 4.4. États-Unis

Après les problèmes rencontrés, notamment en 2004, avec des systèmes dématérialisant les bulletins de vote, près de quarante états ont réimposé le vote à l'aide de bulletins papier. Il existe également des projets de lois fédérales traitant de l'obligation de la matérialisation des bulletins papier ainsi que d'autres aspects, électroniques ou non, du vote.

L'un des systèmes de marque Diebold, largement utilisé aux États-Unis et au Canada, est un scanner optique. Harri Hursti a montré comment frauder les résultats de ce type de machines en introduisant un programme qui change les résultats imprimés sur les tickets de dépouillement, et inscrit également ces résultats dans la mémoire mémorisant les votes [Hursti 2005].

L'examen des modalités de recompte de l'Ohio est une illustration frappante des difficultés énoncées précédemment en ce qui concerne le décompte. Les bulletins de vote sont stockés durant le délai de recours, mais la vérification de l'ensemble des bureaux de vote n'est possible que si l'examen d'un échantillon de 3% des bulletins montre une distorsion par rapport aux résultats globaux. Les sacs de bulletins ne sont pas scellés et la procédure qui permet de choisir l'échantillon de bulletins à vérifier n'est pas assez contrôlée pour être assurément aléatoire.

L'Ohio utilise des scanners optiques Diebold dans ses élections. En 2004, le candidat perdant des élections de novembre, David Cobb (Green Party), a demandé à vérifier les résultats. L'examen de l'échantillon de 3% n'ayant rien révélé, il n'a pas pu recompter la totalité des bulletins. Comme la procédure d'échantillonnage n'est pas transparente, la suspicion sur les résultats n'a pas été levée. La procédure de vérification n'a donc pas permis d'accroître la confiance des électeurs dans le système de vote.

## **5. Ordinateur de Vote avec Bulletin de vote Matérialisé sans dépouillement (OdV-BMsD)<sup>9</sup>**

Ce nouveau paradigme de vote utilisant des bulletins matérialisés cherche à remettre l'électeur au coeur du processus de vote [Laskowski 2005]. Il s'agit de conserver les points forts des procédures de vote électronique et traditionnelle, de tenter d'écartier leurs points faibles et d'examiner avec un regard critique la proposition ainsi établie.

L'usage d'ordinateurs offre la possibilité de voter pour n'importe lequel des candidats présents sans craindre la rupture de stocks de bulletins de vote d'un des candidats en particulier. Mais les ordinateurs présentent plusieurs inconvénients majeurs : ils gênent l'expression du vote de parties de la population victimes des défauts d'accessibilité, ils favorisent les pressions (possibilité pour l'électeur de filmer son vote en toute discrétion puisque toutes les phases du vote se déroulent dans l'isoloir). Et comme les ordinateurs sont toujours susceptibles d'erreurs, leurs résultats doivent être vérifiés. Le National Institute of Standards and Technology souligne que les systèmes de vote informatiques doivent être indépendants de tout logiciel : si le programme utilisé ne fonctionne pas correctement, ces dysfonctionnements (qu'ils soient détectés ou non) ne doivent avoir pas de conséquence sur les résultats [NIST 2006].

Le vote traditionnel présente une grande simplicité d'usage, son accessibilité est excellente. Le dépôt public du bulletin de vote dans l'urne transparente ne laisse aucune place à des pressions. En effet, il serait difficile à un électeur de se filmer en continu depuis le choix du bulletin, dans l'isoloir, jusqu'au dépôt de l'enveloppe dans l'urne sans être remarqué par les membres du bureau de vote (même si ce n'est pas absolument impossible).

### **5.1. Principe de l'Ordinateur de Vote avec Bulletin de vote Matérialisé sans dépouillement**

Le vote se déroule en quatre phases.

1. Dans le bureau de vote, l'électeur prend plusieurs bulletins.

Ceux-ci sont produits, à la demande, à l'aide d'un ordinateur uniquement chargé de la matérialisation des bulletins, et muni d'une imprimante. Son interface doit garantir une bonne accessibilité, y compris pour les handicapés, les personnes âgées, les analphabètes. Elle peut éventuellement être multilingue ce qui est essentiel dans les pays ayant plusieurs langues officielles. Si l'électeur rencontre des difficultés, il peut se faire assister par un membre du bureau de vote. Il peut également choisir des bulletins produits par les électeurs l'ayant précédé. Les bulletins de vote doivent être facilement lisibles, la police et la taille des caractères doivent être soigneusement choisies.

Cette phase de choix suppose que chaque bulletin ne porte que sur un scrutin, ce qui est fréquent dans de nombreux pays, notamment la France. Toutefois, le principe pourrait être adapté aux scrutins multiples.

2. Dans l'isoloir, l'électeur procède au choix d'un bulletin parmi ceux qu'il a choisis ou qui ont été abandonnés là par les électeurs l'ayant précédé. Lorsque sa décision est définitive, il prend le bulletin de son choix et le dissimule aux regards, par exemple en le plaçant dans une enveloppe.

3. L'électeur sort de l'isoloir, puis dépose publiquement son bulletin dans une urne

---

9 idée de Kommer Kleijn

transparente.

4. Le dépouillement porte sur le contenu de l'urne. Il est public, manuel, et peut être contrôlé par les scrutateurs et les délégués des partis.

On peut penser l'accélérer par la mise en oeuvre du tri automatique des bulletins ou de scanners optiques mais les résultats de ces systèmes devraient alors également être vérifiés. Le dépouillement entièrement manuel assure la robustesse par rapport à tout dysfonctionnement logiciel (qu'il soit détecté ou non).

## 5.2. Avantages attendus

L' OdV-BMsD utilise l'informatique pour faciliter le vote, mais n'impose jamais l'usage de cet outil. Ainsi, si un électeur a des difficultés pour obtenir le bulletin de son choix (phase 1), il peut se faire assister.

Comme il n'y a aucun comptage automatique avant le dépouillement, le comptage des bulletins comporte un enjeu, il est donc plus facile de trouver des personnes motivées pour y participer.

Le processus est vérifiable.

Le vote ne se déroule pas entièrement dans l'isoloir, il est donc impossible de le filmer de manière continue et de fournir ainsi une preuve de son vote.

## 5.3. Failles

La principale faille de ce système concerne la fiabilité du processus de comptage des voix en cas d'utilisation de procédures automatiques. Le National Institute of Standards and Technology mentionne l'utilisation de procédures dépendant de logiciels comme une faille majeure. De plus, il est certain que l'introduction de tels moyens de comptage informatique (scanner, trieuse) se fera au détriment de la vérification manuelle bien que celle-ci soit cruciale pour détecter des fraudes. Comme le souligne Jean-Didier Graton<sup>10</sup> (expert en sécurité informatique et juridique), l'histoire de l'usage des ordinateurs nous montre que quand les tâches calculatoires sont réalisées par des moyens informatiques, les humains cessent de s'en préoccuper ou même de les vérifier<sup>11</sup>. Actuellement, seules les tâches de saisies sont encore réalisées manuellement. Dans le cadre précis de la vérification de dépouillement, les humains seront les perdants de la compétition avec les ordinateurs car ces derniers seront toujours les plus rapides pour rendre leurs résultats [Graton 2007].

Cette faille est d'autant plus importante que sa gravité peut être sous-estimée. Comme le système de comptage automatique permet d'énoncer des résultats même en l'absence de toute vérification, et que les possibilités de fraudes ou erreurs sont sous-estimées (les gestionnaires des élections ne sont pas tous spécialistes en sécurité informatique), l'étape de vérification peut se trouver négligée. De plus, il sera tentant de modifier le concept original tel qu'il est exposé ici, par exemple en centralisant le dépouillement de plusieurs bureaux de vote, ouvrant ainsi une nouvelle brèche à la fraude : le transport de bulletins reste en effet une étape facilitant leur substitution et doit être à tout prix évité.

---

10 Président de l'European Computer and Communication Security Institute (ECCSI)

11 Par exemple, dans les établissements bancaires, cette absence de vérification systématique laisse la place aux détournements frauduleux d'argent (portant par exemple sur de petites sommes). Ceux-ci sont parfois découverts, lorsqu'une discordance apparaît, souvent par le fait du hasard.

L'introduction d'une imprimante dans le processus de vote fragilise celui-ci car l'imprimante est toujours susceptible de connaître des pannes perturbant le scrutin. Toutefois, il est possible de pallier à ce type de défaillances en fournissant des bulletins imprimés, ou, en dernière extrémité, en les écrivant manuellement.

## Conclusion

La matérialisation du bulletin de vote constitue un progrès vers la transparence par rapport aux systèmes de vote dématérialisant les bulletins dont les résultats sont absolument invérifiables. Toutefois, de nouvelles difficultés apparaissent : difficultés techniques, mais surtout organisationnelles quant à la mise en oeuvre effective et à la transparence des procédures de vérification directes manuelles, pourtant seules garantes de la sincérité du scrutin.

Historiquement, la gestion automatisée des scrutins est apparue aux États-Unis. Les premières machines mécaniques de vote (à leviers) y étaient déjà utilisées il y a plus d'un siècle. En France, le système de vote traditionnel (avec bulletin papier, urne transparente et comptage direct par les citoyens) a mûri pendant plus de 150 ans et donne maintenant entière satisfaction. L'imposition des solutions américaines ne convient pas à cet environnement. En effet, l'analyse précise technique et sociale des ordinateurs de vote montrent qu'ils sont inutiles voire encombrants. Non seulement ils introduisent de graves failles de sécurité compromettant la sincérité des scrutins et leur transparence, mais en plus ils empêchent un grand nombre d'électeurs d'exprimer sereinement leur vote, en toute confidentialité. Ces graves défauts ne sont pas compensés par les apports positifs (gain de temps au dépouillement, présentation de tous les candidats).

L'adjonction de nouveaux dispositifs comme le contrôle de l'identité des électeurs au moyen de cartes à puces, ou d'indices biométriques<sup>12</sup>, ne peuvent en rien accroître la qualité de ces systèmes et garantir la sincérité des résultats des élections car ils ne résolvent pas le problème de la vérification manuelle directe des dépouillements.

Au contraire, l'interdiction de toute procédure automatique de comptage constitue une mesure radicale qui présente l'avantage de gommer instantanément un grand nombre de difficultés organisationnelles. Le comptage manuel étant réalisé en toute transparence, en présence des électeurs, des scrutateurs, etc., il est inutile de le vérifier.

Enfin, il ne faut pas oublier que le bilan écologique des ordinateurs de vote, quels qu'ils soient, est désastreux. La production de chaque ordinateur, de chaque imprimante, nécessite l'utilisation de métaux rares, de plastique, de plusieurs milliers de litres d'eau, etc. Leur destruction et leur recyclage sont complexes et coûteux.

## Bibliographie

Association for Computing Machinery (ACM) : *ACM Statement on E-voting*. Communications of the ACM, vol.47, n°10, pp.69-70, October 2004.

Commission on Electronic Voting (CEV) : *First Report, Secrecy, Accuracy and Testing of the Chosen Electronic System*, December 2004.

Delfino G., Salas G. : *Analysis of the venezuelan presidential recall referendum of 2004 and the relationship between the official results and the signatures requesting it in computerized centers*, August 22, 2006.

---

<sup>12</sup> empreinte digitale, iris de l'oeil, forme de la main.

- Enguehard, C. : *Le vote électronique en France : opaque & invérifiable*. Legalis. 2007.
- European Union Election Observation Mission : *Presidential Elections Venezuela 2006 Final Report*, 2006.
- Everett S. P. : *The Usability of Electronic Voting Machines and How Votes Can Be Changed Without Detection*, thèse Rice University, Houston, Texas, May 2007.
- Graton, J.-D. : Communication personnelle, mai 2007.
- Hursti, H. : *Critical Security Issues with Diebold Optical Scan Design*. The Black Box Report. July 2005.
- Laskowski, S. J., Quesenbery, W. : *Putting People First: The Importance of User-Centered Design and Universal Usability to Voting Systems*. National Institute of Standards and Technology; and Whitney Interactive Design LLC, 2004.
- Manin, B. : *Principes du gouvernement représentatif*. 1995
- Mercuri, R. : *A Better Ballot Box? IEEE Spectrum Online*. October 2002.
- Michel, G., De Abreu, W. C. : *Vers une exclusion technologique : expérience de l'évaluation ergonomique du vote électronique au Brésil*. IHM 99. Montpellier, novembre 1999.
- National Institute of Standards and Technology : *Requiring Software Independence in VVSG 2007: STS Recommendations for the TGDC*, November 2006.
- Organisation pour la Sécurité et la Coopération en Europe / Office for Democratic Institutions and Human Rights (OSCE/ODIHR) : *Assessment Report. Spain parliamentary elections - 14 March 2004*, Warsaw, 27 April 2004.
- Organisation pour la Sécurité et la Coopération en Europe (OSCE) : *Manuel d'observation des élections*, cinquième édition, publié par le Bureau des Institutions Démocratiques et des Droits de l'Homme (BIDDH), 2005.
- Pericchi L. R., Torres D. : *La Ley de Newcomb-Benford y sus aplicaciones al Referendum Revocatorio en Venezuela*, SIDIM XX - Universidad de Puerto Rico en Mayagüez, 25-26 de febrero de 2005
- Sénat et chambre des représentants de Belgique, "Rapport concernant les élections du 18 mai 2003", numéro 3-7/1 (Sénat) Doc 51 0001/2 (Chambre), 2004.