



BeVoting

Etude des systèmes de vote électronique

Deuxième partie de “l’Etude du vote automatisé Def. Vs 18122006”

Version 1.02

4 décembre 2007

1 Résumé

1.1 Portée de l'étude

Les Administrations fédérale et régionales ont demandé de réaliser une étude comparative indépendante des systèmes de vote utilisés à l'étranger et une formulation des exigences pour les systèmes qui seront utilisés en Belgique pour les élections à partir de 2009. Cette étude indépendante a été effectuée par un Consortium composé des universités suivantes : Katholieke Universiteit Leuven, Universiteit Antwerpen, Universiteit Gent, Université catholique de Louvain, Université de Liège, Université Libre de Bruxelles et Vrije Universiteit Brussel.

L'étude comporte deux parties. Le but de la première partie est de présenter l'état de l'art en matière de vote électronique et de vote par l'Internet dans tous leurs aspects. L'état de l'art est résumé dans une table qui reprend les systèmes en usage dans différents pays, le nombre d'électeurs, le système électoral, les avantages et inconvénients, ainsi que les coûts. La première partie de l'étude évalue également tous les aspects du système électoral utilisé en Belgique, y compris la lecture optique des bulletins de vote, le vote électronique partiel et le vote traditionnel utilisant des bulletins de vote en papier.

Le but de la deuxième partie de l'étude est de proposer un ensemble de normes techniques et spécifiques pour un nouveau système de vote automatisé pour la Belgique. Le niveau de détail demandé est celui d'une annexe technique pour un appel d'offres qui serait émis pour la fourniture d'un système de vote pour les élections de 2009 et les suivantes. Le système spécifié dans la seconde partie de l'étude doit être compatible avec les dispositions électorales en vigueur au niveau fédéral et régional.

Les versions anglaises numérotées 1.0 des rapports relatifs à la première et à la deuxième partie de l'étude ont été remis officiellement aux Administrations respectivement le 15 avril et le 12 octobre 2007. La version 1.02 du présent rapport a été remise formellement aux Administrations le 4 décembre 2007. L'annexe 13 comporte les signatures des professeurs qui ont participé au Consortium chargé de l'étude.

Des traductions en néerlandais et en français du présent rapport ont été préparées. En cas d'incohérence dans les traductions, la version anglaise fait foi.

1.2 Aperçu du contenu du présent rapport (deuxième partie de l'étude)

Le Consortium a étudié cinq systèmes différents de vote électronique. Les avantages et inconvénients de chaque système sont présentés. Rappelons ici que le Conseil de l'Europe recommande une introduction progressive du vote électronique en vue de susciter la confiance des citoyens dans l'utilisation de moyens technologiques pour le vote. Ceci signifie qu'un système particulier peut servir d'étape préparatoire pour un autre. On trouvera, à la Figure 1, une représentation conceptuelle des systèmes de vote. Un électeur¹ vote manuellement sur un bulletin en papier ou à l'aide d'une machine à voter. Le résultat est soit un bulletin lisible par un être humain, soit un vote encodé de manière informatique, soit une combinaison des deux. Les votes peuvent

¹ Afin d'éviter d'alourdir le texte, nous n'utiliserons, dans ce rapport, que la forme masculine ; il ne faut évidemment pas y voir la moindre discrimination à l'encontre des électrices.

être comptés manuellement ou par une machine. Ils peuvent être traités immédiatement après le vote ou à l'issue de la période consacrée au vote le jour de l'élection.

En théorie, il est possible de concevoir des systèmes de vote qui correspondent avec chacun des chemins entre « L'électeur marque le bulletin manuellement » ou « L'électeur exprime son vote par une machine » et une des méthodes de traitement (par une machine ou manuellement). En pratique, seuls certains de ces chemins mènent à des solutions réalistes et réalisables.

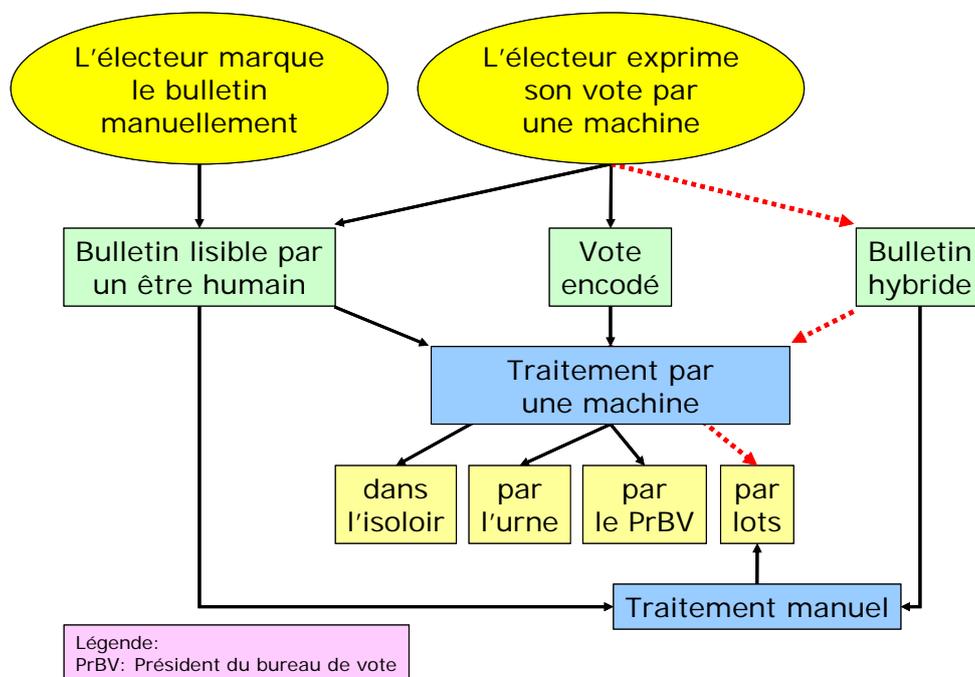


Figure 1: Vue conceptuelle des systèmes de vote

Le **premier** système présenté dans ce rapport est celui qui a la préférence du Consortium (voir les flèches rouges en pointillé dans la figure ci-dessus). Le système proposé consiste en un **système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier**. L'électeur exprime son vote à l'aide d'une machine à voter électronique, qui imprime ce vote de façon lisible par un être humain sur un bulletin de vote et l'enregistre sous une forme traitable par ordinateur sur ce même bulletin de vote, soit dans un code à barres, soit dans une puce RFID. Après impression du bulletin, l'électeur vérifie que le vote imprimé correspond bien aux choix exprimés par le biais de l'ordinateur de vote. Ensuite, l'électeur fait en sorte que seule la partie traitable par ordinateur reste visible soit en pliant le bulletin, soit en l'insérant dans une enveloppe. Dans les deux cas, le bulletin plié ou l'enveloppe est présenté(e) au président du bureau de vote qui vérifié l'absence de marques non autorisées, après quoi le bulletin est introduit par l'électeur dans l'urne du bureau de vote.

Après avoir vérifié que le vote imprimé sur le bulletin est bien celui qu'il a exprimé à l'aide de la machine à voter, l'électeur soit replie le bulletin imprimé, soit l'insère dans une enveloppe afin de préserver le secret du vote. Il présente ensuite soit le bulletin fermé, soit l'enveloppe au président du bureau de vote, qui vérifie que ce que l'électeur lui présente ne comporte aucune marque non autorisée ; après cela, l'électeur dépose le bulletin dans l'urne du bureau de vote.

Le **deuxième** système étudié dans le présent rapport est un système dans lequel les bulletins de vote sont marqués manuellement et sont ensuite **traités par lecture optique directe** dans le but d'accélérer le comptage des voix et d'améliorer la fiabilité

de ce comptage.

Le **troisième** système examiné est appelé ici « **système à clients légers** ». Il consiste en un ensemble de machines à voter reliées à un serveur local par un réseau local sécurisé et produisant, en option, une trace papier des votes exprimés. Cette trace papier permet à l'électeur de vérifier le contenu de son vote. Aucune manipulation de la trace papier (par l'électeur) n'est permise.

Le **quatrième** système est un système de **vote à distance par l'Internet**. Ce système est l'équivalent électronique du vote postal dans la mesure où les électeurs peuvent exprimer leur vote depuis leur domicile, c'est-à-dire dans un environnement non supervisé. Un tel système pourrait être utilisé pour le vote des citoyens belges résidant à l'étranger.

Enfin, le **cinquième** système pris en compte est une variante du vote à distance appelée « **vote en kiosque** », dans laquelle l'électeur exprime son suffrage dans un environnement surveillé (par exemple : dans un isolement situé dans un bureau de vote ou dans un bâtiment officiel) par le biais de machines à voter reliées à un réseau sécurisé de portée nationale.

Les systèmes à lecture optique directe sont les seuls, dans le présent rapport, à utiliser un marquage manuel de bulletins de vote. Le processus de lecture optique directe nécessaire pour compter les votes demande généralement des manipulations par des personnes. Plusieurs variantes sont décrites dans le document ; une d'entre elles suppose que la lecture optique est effectuée par l'électeur lui-même. Dans cette variante, le vote sur bulletins en papier est immédiatement enregistré sous forme électronique et le comptage est effectué sur les votes électroniques.

Les propriétés de cette variante sont très proches de celles du système à clients légers (troisième système étudié), dans lequel les votes sont exprimés à l'aide d'une machine et ensuite imprimés sur une trace papier.

Dans le système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier (premier système étudié), le vote est exprimé à l'aide d'une machine et il est ensuite imprimé sur un bulletin en papier, ce qui fournit une trace des votes exprimés. Le comptage est effectué par une lecture automatisée des votes enregistrés de manière traitable par ordinateur sur le bulletin ; il s'agit d'un processus manuel facilité par un comptage automatisé. Le traitement des bulletins est effectué par lots, à l'issue de la période consacrée au scrutin, à proximité des bureaux de vote où ils ont été produits.

Le système à clients légers, le vote en kiosque et le vote à distance utilisent un ordinateur pour exprimer le vote et une automatisation complète du comptage des votes.

Plusieurs remarques formulées dans ce rapport s'appliquent à plusieurs des systèmes étudiés, car elles concernent le comptage automatisé des votes, quelle que soit la méthode spécifique utilisée.

Nous allons à présent parcourir les étapes principales du processus électoral et en profiter pour résumer les avantages et les inconvénients des différents systèmes étudiés. Ces remarques font l'objet d'une présentation plus complète dans les chapitres suivants du rapport:

1. Expression du vote

L'électeur exprime son vote soit directement sur un bulletin en papier, soit en utilisant un dispositif d'entrée/sortie connecté à un ordinateur. Si le vote se fait par le biais d'un ordinateur, son enregistrement peut être numérique. Dans ce cas, il faut prendre des mesures pour convaincre l'électeur que son vote a bien été enregistré correctement. Une manière d'atteindre cet objectif est de produire une trace papier, c'est-à-dire : une copie sur papier des votes exprimés. Cela peut également être utile en vue d'effectuer des vérifications (audit).

Dans sa version de base, le vote en kiosque ne produit pas de trace papier, mais cette possibilité peut aisément être prévue. Par contre, cela est impossible pour le vote à distance, car cela exigerait la présence d'une imprimante à chaque endroit où un vote pourrait être exprimé et cela faciliterait la « vente de votes ». En outre, ceci ne respecte pas les Recommandations du Conseil de l'Europe. Les commentaires relatifs aux recommandations 51 et 52 affirment explicitement que, dans le cas de vote à distance par Internet, les fonctions d'impression, de sauvegarde et d'enregistrement des votes doivent être désactivées afin de protéger le secret et l'anonymat du scrutin. Le même commentaire stipule que toute possibilité d'impression, de sauvegarde ou de stockage du vote doit être bannie et bloquée par des moyens techniques.

Le rapport propose deux manières de traiter les bulletins en papier. Dans le système à clients légers, les traces papier sont imprimées derrière une fenêtre (pour empêcher l'accès physique aux traces papier). Après inspection de la trace papier, l'électeur appuie sur un bouton qui libère le bulletin imprimé et le dépose dans une urne : chaque isoloir est donc muni d'une telle urne. Dans d'autres systèmes, le bulletin imprimé est repris par l'électeur, qui le dépose dans l'urne du bureau de vote, comme on le fait dans le vote traditionnel sur bulletins papier et dans le vote électronique en vigueur en Belgique, avec les cartes à piste magnétique. Ces systèmes ont l'inconvénient que l'électeur peut apposer des marques sur les bulletins et, de la sorte, les rendre non valides.

2. Recueil des votes

La préoccupation est ici d'assurer le principe « une personne, un vote ».

Le système traditionnel à bulletins en papier permet facilement de garantir que chaque électeur ne peut voter qu'une seule fois : l'électeur reçoit un bulletin et, après avoir exprimé leur suffrage en le marquant comme requis, il doit déposer ce même bulletin dans l'urne du bureau de vote sous le contrôle des officiels (président et assesseurs). Si les votes sont exprimés à l'aide d'une machine à voter, des mesures particulières sont nécessaires pour garantir que chaque électeur vote une et une seule fois. *Ceci est un problème qui ne peut pas être résolu uniquement par des moyens purement techniques.*

3. Comptage des votes

La préoccupation est ici de faire en sorte que le système de vote suscite la confiance du public. Si le comptage est entièrement automatisé, il faut faire confiance aux machines et aux logiciels (comme dans le cas du système à clients légers) ou à la cryptographie (comme dans les systèmes en kiosque ou à distance) : ceci est parfois perçu comme un inconvénient de tels systèmes. Ceci dit, le comptage entièrement automatisé est très rapide, ne nécessite que peu d'investissements matériels et ne demande que presque pas de personnel.

Le système en kiosque et le système de vote à distance décrits plus loin permettent à chaque électeur de vérifier que son vote a effectivement été inclus dans le total final.

Il faut souligner ici que la Consortium est arrive à la conclusion, après avoir examiné les technologies existantes et en tenant compte des avantages et inconvénients des différentes solutions, que le vote électronique entièrement automatisé ne convient pas – à l’heure actuelle – pour la Belgique. C’est la raison pour laquelle la solution proposée est une version améliorée du vote sur bulletins en papier, dans laquelle seuls l’expression des votes, la lecture des votes et leur comptage sont automatisés.

2 Personnes ayant contribué à la rédaction du document

- Rédaction finale:
 - Danny De Cock (K.U.Leuven)
- Contributeurs principaux (par ordre alphabétique):
 - Aspects techniques et organisationnels:
 - Antoon Bosselaers (K.U.Leuven)
 - Danny De Cock (K.U. Leuven)
 - Elie Milgrom (UCL)
 - Vincent Rijmen (K.U.Leuven)
 - Aspects légaux:
 - Fanny Coudert (K.U.Leuven)
 - Aspects en rapport avec la facilité d'utilisation et l'accessibilité:
 - Jan Engelen (K.U.Leuven)
- Autres contributeurs (par ordre alphabétique):
 - Aspects techniques et organisationnels:
 - Olivier de Marneffe (UCL)
 - François Koeune (UCL)
 - Marc Lobelle (UCL)
 - Olivier Pereira (UCL)
 - Bart Preneel (K.U.Leuven)
 - Jean-Jacques Quisquater (UCL)
 - Frederik Vercauteren (K.U.Leuven)

3 Table des matières

1	Résumé.....	2
1.1	Portée de l'étude	2
1.2	Aperçu du contenu du présent rapport (deuxième partie de l'étude).....	2
2	Personnes ayant contribué à la rédaction du document	7
3	Table des matières	8
4	Exigences pour la deuxième partie de l'étude	12
4.1	Date de livraison	12
4.2	Proposer des normes techniques et spécifiques en vue de la rédaction d'un cahier des charges pour un système de vote électronique ou à distance adapté au système électoral belge	12
4.3	Clé de répartition pour le financement du nouveau système de vote électronique entre les différentes autorités	12
4.4	Critères spécifiques pour le nouveau système de vote	12
4.4.1	Sécurité et intégrité contrôlables	12
4.4.2	Garantie du secret du scrutin	13
4.4.3	Utilisable pour la situation belge	13
4.4.4	Installation pratique dans les bureaux de vote.....	14
4.4.5	L'automatisation du traitement des votes est favorisée plutôt que sur l'automatisation du vote en lui-même	14
4.4.6	Contrôlabilité	15
4.4.7	Coût par système.....	15
4.4.8	Facilité d'utilisation (convivialité, simplicité, ...)	15
4.4.9	Disponibilité (disponibilité immédiate en cas d'élections anticipées)	15
4.4.10	Modularité (p. ex.: 1 canton = 5 communes, dont 4 utilisent le vote électronique et 1 le vote traditionnel)	16
4.4.11	Ouverture aux évolutions, adaptabilité	16
4.4.12	Entreposage (volume, espace, coûts, ...).....	16
4.4.13	Encouragement des électeurs les plus faibles (les personnes âgées, les électeurs socialement vulnérables ...) à participer au vote.....	17
4.4.14	Cycle de vie du système	17
5	Spécifications du système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier	18
5.1	Terminologie et conventions	23
5.2	Description de haut niveau	24
5.2.1	La procédure de vote du point de vue de l'électeur : bulletins à code à barres.....	24
5.2.2	La procédure de vote du point de vue de l'électeur : bulletins à puce RFID	26
5.2.3	Du bulletin de vote au résultat final du scrutin.....	28
5.2.4	L'équipement informatique	30
5.3	Composants de base du système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport	45
5.3.1	Références de démarrage pour les ordinateurs de vote	45
5.3.2	Jeton de vote pour l'électeur.....	45
5.3.3	Bulletin de vote en papier	46
5.4	L'urne	47
5.5	Vérification de la validité d'un bulletin.....	49
5.6	Détail des procédures.....	49
5.6.1	A faire suffisamment longtemps avant le jour des élections	49

5.6.2	A faire quelques jours avant le jour des élections	57
5.6.3	A faire avant le début de la période consacrée au vote le jour des élections	59
5.6.4	A faire à l'issue de la période consacrée au vote le jour des élections	61
5.6.5	A faire après le jour des élections	62
5.7	Satisfaction du prescrit légal par le système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport	63
5.7.1	Situation juridique des bulletins de vote	63
5.8	Les 112 Recommandations du Conseil de l'Europe	64
5.8.1	Normes juridiques	64
5.8.2	Exigences techniques	71
6	Systèmes de vote à lecture optique directe des bulletins de vote	78
6.1	Raisons pour lesquelles le Consortium n'a pas retenu ce type de système de vote	78
6.2	Remarques liminaires	78
6.3	Une famille de systèmes	79
6.3.1	Portée	79
6.3.2	Concepts et terminologie	80
6.4	Options et choix pour les systèmes de vote à lecture optique directe des bulletins	81
6.4.1	Types de bulletins	81
6.4.2	Où et quand effectuer la lecture optique	83
6.4.3	Où et quand effectuer le comptage	85
6.4.4	Que faire des images numérisées des bulletins après la lecture optique ?	86
6.5	Exigences spécifiques – matériel, logiciel, procédures	86
6.6	Avantages et inconvénients des systèmes de vote à lecture optique directe des bulletins	87
6.6.1	Avantages	87
6.6.2	Inconvénients	87
6.6.3	Autres remarques	88
6.7	Analyse des scénarios	88
6.7.1	Bulletins hybrides: version papier et version électronique	89
6.7.2	Enregistrement des votes dans la machine manipulée par l'électeur	89
6.7.3	Lectures multiples	90
6.7.4	Numérotation des candidats	90
6.8	Conformité des systèmes de vote à lecture optique directe des bulletins avec les recommandations du Conseil de l'Europe	90
6.8.1	Normes juridiques	90
7	Systèmes de vote à « clients légers »	97
7.1	Raisons pour lesquelles le Consortium n'a pas retenu ce type de système de vote	97
7.2	Description	97
7.3	Avantages et inconvénients	99
7.4	Conformité des systèmes de vote à clients légers avec les recommandations du Conseil de l'Europe	100
7.4.1	Normes juridiques	100
8	Vote à distance / par Internet basé sur le chiffrement homomorphe	107
8.1	Raisons pour lesquelles le Consortium n'a pas retenu ce type de système de vote	107
8.2	Introduction	107
8.3	Aperçu fonctionnel de l'architecture du système de vote à distance	108
8.3.1	La phase de préparation	108
8.3.2	La phase de vote	110

8.3.3	La phase de comptage.....	110
8.4	Schéma de l'architecture du système de vote à distance	111
8.4.1	Architecture du serveur pour le vote à distance.....	111
8.4.2	Architecture du client	113
8.4.3	Modules logiciels communs au client et au serveur	114
8.5	Conformité du système de vote à distance / par Internet avec les recommandations du Conseil de l'Europe	116
8.5.1	Introduction.....	116
8.5.2	Suffrage universel.....	117
8.5.3	Suffrage équitable.....	118
8.5.4	Suffrage libre	118
8.5.5	Vote secret	119
8.5.6	Garanties de procédure	119
8.6	Recommandations du Conseil de l'Europe.....	120
8.6.1	Normes juridiques.....	120
9	Le vote en kiosque basé sur le chiffrement homomorphique	127
9.1	Raisons pour lesquelles le Consortium n'a pas retenu ce type de système de vote	127
9.2	Description.....	127
9.3	Conformité des systèmes de vote en kiosque avec les recommandations du Conseil de l'Europe	128
9.3.1	Normes juridiques.....	128
10	Observations de nature juridique	135
10.1	Introduction.....	135
10.2	Recommandations du Conseil de l'Europe sur le vote électronique et leur implémentation dans le système actuellement en usage en Belgique.....	135
10.2.1	Suffrage universel.....	136
10.2.2	Suffrage équitable.....	139
10.2.3	Suffrage libre	140
10.2.4	Vote secret	141
10.2.5	Garanties de procédure	143
10.2.6	Vérification et responsabilité.....	146
10.2.7	Fiabilité et sécurité.....	147
11	Exigences générales pour les systèmes de vote électronique	148
11.1	Exigences globales.....	148
11.2	Matériel.....	148
11.3	Logiciel.....	148
11.3.1	Paramétrisation	149
11.3.2	Spécifications.....	149
11.3.3	Implémentation	149
11.3.4	Certification	150
11.3.5	Systèmes d'exploitation.....	150
11.3.6	Résistance aux attaques	150
11.3.7	Enregistrements de vérification (audit)	151
11.3.8	Divers.....	151
11.4	Communications	151
11.4.1	Transport physique	152
11.4.2	Réseaux de télécommunication	152
11.5	Organisation et procédures	152
12	Annexe : bulletins de vote avec polices de caractères de tailles différentes.....	154
13	Signatures.....	155
13.1	K.U.Leuven.....	155
13.2	Université catholique de Louvain.....	156

13.3	Vrije Universiteit Brussel	157
13.4	Universiteit Antwerpen.....	158
13.5	Universiteit Gent.....	159
13.6	Université libre de Bruxelles	160
13.7	Université de Liège.....	161

4 Exigences pour la deuxième partie de l'étude

Cette section passe en revue les exigences spécifiées dans le contrat qui lie le Consortium et l'Administration.

4.1 Date de livraison

Le contrat spécifie que le rapport de la deuxième partie de l'étude doit être livré pour le 1^{er} septembre 2007. La page de garde du présent document mentionne la date à laquelle le rapport de la deuxième partie de l'étude a été remis formellement aux Administrations.

4.2 Proposer des normes techniques et spécifiques en vue de la rédaction d'un cahier des charges pour un système de vote électronique ou à distance adapté au système électoral belge

Le chapitre 5 comporte une description technique détaillée et des normes spécifiques pour le système proposé, à savoir : le système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier. Ce chapitre peut être inclus dans un appel d'offres comme une spécification du nouveau système de vote électronique.

4.3 Clé de répartition pour le financement du nouveau système de vote électronique entre les différentes autorités

Le Consortium propose de répartir les coûts pour le nouveau système de vote électronique de manière proportionnelle entre les administrations fédérale et régionales.

4.4 Critères spécifiques pour le nouveau système de vote

4.4.1 Sécurité et intégrité contrôlables

Le système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport

- produit une trace papier qui permet à l'électeur de confirmer que l'ordinateur de vote a enregistré correctement le vote émis ;
- permet une vérification de la totalité de l'élection par la vérification que les parties lisibles par un être humain des traces papier correspondent bien avec les enregistrements traitables par ordinateur des choix exprimés par les électeurs; en outre, cette vérification ne doit pas nécessairement être exhaustive : une vérification d'un pourcentage peu élevé de bulletins choisis aléatoirement suffit pour garantir un niveau élevé de fiabilité ;
- stipule que le logiciel utilisé pour les élections dans les ordinateurs de vote est fourni aux présidents des bureaux de vote avant le jour de l'élection et qu'il est sujet à des procédures strictes de contrôle d'accès. Seules des personnes dûment autorisées sont en mesure d'activer le logiciel électoral dans les

ordinateurs de vote, comme décrit en détail à la section 5.6.3.

4.4.2 Garantie du secret du scrutin

Le système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport

- comporte des ordinateurs de vote qui impriment des bulletins qui constituent une trace papier des choix exprimés par l'électeur ;
- ne permet en aucun cas à l'ordinateur de vote d'établir un lien entre l'identité de l'électeur et un vote particulier ;
- exige que les bulletins de vote soient mélangés avant d'être lus, ce qui brise le lien chronologique qui pourrait exister puisque les électeurs expriment leurs votes de manière séquentielle.

4.4.3 Utilisable pour la situation belge

L'architecture du système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport est très proche de celle du système de vote électronique actuellement en usage:

- chaque isoloir est équipé d'un ordinateur de vote ;
- chaque électeur reçoit un "jeton" lui permettant de voter de la part du président du bureau de vote après vérification de sa qualité d'électeur;
- l'électeur indique sur un écran les partis et les candidats pour lesquels il choisit de voter.

La suite du processus diffère de ce qui se fait dans le système de vote électronique actuellement en usage (avec des cartes munies d'une bande magnétique) et se rapproche de ce qui se fait dans le vote traditionnel à bulletins en papier:

- l'électeur vérifie le bulletin imprimé par l'ordinateur de vote pour confirmer que la partie lisible (par un être humain) représente bien les choix exprimés ;
- l'électeur protège le secret de son vote (soit en repliant la partie du bulletin comportant les votes sous forme lisible par un être humain, soit en insérant le bulletin dans une enveloppe) ;
- l'électeur présente le bulletin au président du bureau de vote pour permettre à ce dernier de vérifier que ce bulletin ne comporte pas de marques visibles non autorisées;
- l'électeur dépose le bulletin dans l'urne ;
- à la fin de la période consacrée au vote le jour des élections, les urnes sont vidées et leurs contenus sont mélangés ; ensuite les informations traitables par ordinateur enregistrées sur les bulletins sont lues.

La production des résultats de l'élection est également très proche des mécanismes de totalisation utilisés dans le système de vote électronique actuellement en usage. En fait, il est entièrement possible d'utiliser les mêmes procédures de totalisation que dans le système de vote électronique classique.

Le territoire national est divisé en sections disjointes en fonction de la nature de l'élection. La disposition de ces sections varie selon la nature des élections (européennes, fédérales, provinciales, régionales, locales, etc.) et sort du cadre de ce document.

Le système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport se fonde par conséquent sur la notion plus abstraite de Centres de Totalisation, qui

récoltent et traitent des résultats partiels. Le nombre de ces Centres de Totalisation n'est pas fixé, mais on suppose qu'il y aura au moins trois niveaux : Premier, Second et Final. Les Premiers Centres de Totalisation sont situés au niveau des communes ; les Deuxièmes et, éventuellement, Troisièmes, Quatrièmes, etc. sont situés à des niveaux supérieurs. Le Centre de Totalisation Final est situé au niveau national. Les bulletins de vote sont lus à l'issue de la période consacrée au vote dans des Centres de Lecture de Bulletins ; ils sont déchiffrés dans des Centres de Déchiffrement de Bulletins (voir plus loin) et les votes sont ajoutés aux totaux de la commune. Les Centres de Lecture de Bulletins peuvent être situés dans les bureaux de vote ; ils peuvent également être situés à proximité d'un certain nombre de bureaux de votes dans un endroit où les urnes auront été transportées à l'issue de la période dévolue au vote le jour de l'élection. La définition exacte des rôles de ces différents Centres est présentée et discutée en détail à la section 5.1.

Le système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport est totalement différent des systèmes à trace papier qui ont fait l'objet d'expériences en Belgique dans le passé et qui se sont avérés inutilisables : la « trace papier » du système proposé n'est pas un simple ajout, mais elle sert véritablement à enregistrer les votes émis : elle joue donc le rôle de bulletin de vote rempli. La trace papier résulte directement des actions effectuées par l'électeur à l'aide de l'ordinateur de vote. L'électeur occulte la partie (lisible par un être humain) du bulletin qui contient le vote émis. Le président du bureau de vote examine ensuite soit le bulletin plié, soit l'enveloppe qui contient le bulletin pour s'assurer de l'absence de toute marque qui rendrait le bulletin non valide. En dernier lieu, l'électeur dépose son bulletin dans l'urne.

4.4.4 Installation pratique dans les bureaux de vote

La section 5.2.4.2 décrit comment les ordinateurs de vote doivent être installés dans le bureau de vote.

4.4.5 L'automatisation du traitement des votes est favorisée plutôt que sur l'automatisation du vote en lui-même

Les ordinateurs de vote du système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport produisent, sur base des choix effectués par l'électeur, des bulletins de vote qui comportent deux parties : une partie traitable par ordinateur et un texte lisible par un être humain. Chacune de ces deux parties contient la même information, à savoir le vote émis par l'électeur.

A l'issue de la période dévolue au vote le jour de l'élection, les urnes sont transportées des bureaux de vote vers les Centres de Lecture de Bulletins auxquels ils sont associés ; les urnes y sont vidées, leurs contenus sont mélangés et les parties traitables par ordinateur des bulletins sont lues. Ces informations, toujours sous forme chiffrée, sont transmises sous forme informatique aux Centres de Déchiffrement de Bulletins pour la suite du traitement, après avoir été signées numériquement par les présidents des Centres de Lecture de Bulletins. Toute l'information transmise d'un Centre de Déchiffrement de Bulletins vers le Premier Centre de Totalisation et d'un Centre de Totalisation vers le suivant l'est sous forme électronique par le biais d'un canal de transmission sécurisé qui protège l'intégrité des informations transmises. La spécification du moyen à utiliser pour ces transmissions sort de la portée du présent document. Ces transmissions doivent bien évidemment protéger l'intégrité de l'information transmise afin d'empêcher la modification de résultats électoraux pendant le transfert.

4.4.6 Contrôlabilité

Le système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport garantit ce qui suit :

- Les élections peuvent être entièrement auditées, puisque les bulletins de vote comportent deux parties: une partie lisible par un être humain et une partie traitable par une machine; des vérificateurs indépendants peuvent choisir des bulletins de manière aléatoire afin de confirmer que les parties traitables par une machine de ces échantillons correspondent bien avec le texte lisible par un être humain, qui a été vérifié par l'électeur.
- Le logiciel installé dans les ordinateurs de vote, dans les Centres de Lecture de Bulletins, dans les Centres de Déchiffrement de bulletins et dans les Centres de Totalisation est un logiciel dont le code est public (« open source »).
- Les procédures pour initialiser et opérer les ordinateurs de vote sont publiées.
- La certification du logiciel est contrôlée par des membres dûment autorisés de l'Administration et par des vérificateurs nommés à cet effet.

4.4.7 Coût par système

Des prix sont cités chaque fois qu'ils sont pertinents et aisément disponibles ; ils s'entendent toujours hors TVA et s'appliquent à de petites quantités.

4.4.8 Facilité d'utilisation (convivialité, simplicité, ...)

Le mode de fonctionnement du système proposé ne diffère pas de manière significative de celui du système de vote électronique en vigueur en Belgique. Cela implique que la grande majorité des électeurs n'aura guère de mal à passer au système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport. Les utilisateurs sceptiques du système de vote traditionnel sur bulletins en papier seront incités à passer au nouveau système en raison de sa plus grande transparence.

L'interface utilisateur de l'ordinateur de vote prendra en compte les besoins de personnes malvoyantes :

- L'ordinateur de vote est équipé d'une **sortie audio** qui peut être utilisée pour y connecter un casque permettant aux malvoyants d'écouter les messages correspondant à ce qui est affiché sur l'écran ;
- l'affichage de l'ordinateur de vote peut être lu à l'aide d'un **lecteur Braille** et un **dispositif d'entrée adapté** permet à un électeur de parcourir le processus de vote à son propre rythme et suivant un menu logique ou une structure arborescente : choisir le type d'élection (province, Europe, etc.), sélectionner le parti de son choix, sélectionner le(s) candidat(s) de son choix, confirmer le vote, passer au scrutin suivant, etc. ; le bulletin de vote produit à l'issue de ce processus est identique à celui produit pour les autres électeurs ;
- la **disposition de l'information sur l'écran** pourra être adaptée aux besoins de personnes à vision réduite.

4.4.9 Disponibilité (disponibilité immédiate en cas d'élections anticipées)

L'utilisation du système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport n'entraîne aucune exigence particulière sur ce point.

4.4.10 Modularité (p. ex.: 1 canton = 5 communes, dont 4 utilisent le vote électronique et 1 le vote traditionnel)

Chaque commune peut choisir le système de vote qu'elle préfère. Une commune qui choisit le vote traditionnel par bulletins en papier devra simplement compter les votes de manière non automatisée. Les résultats de ce comptage manuel sont ensuite transmis au Premier Centre de Totalisation, qui incorporera les résultats de cette commune avec ceux des autres communes dont il a la charge (s'il y en a).

4.4.11 Ouverture aux évolutions, adaptabilité

Le système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport est évolutif :

- Le logiciel électoral est conçu pour être indépendant de la nature et du contenu des élections spécifiques : ce sont des fichiers de configuration distincts qui spécifient le type de scrutin ainsi que les partis et les candidats en présence. Il n'y a que dans le cas où l'on introduirait un nouveau type d'élections qu'il pourrait être nécessaire d'adapter le logiciel électoral. Les procédures pour concevoir, valider, vérifier, certifier et installer ce logiciel sont spécifiées plus loin dans le présent rapport.
- Les personnes chargées de produire les CD-ROMs utilisés pour démarrer les ordinateurs de vote, les ordinateurs des Centres de Lecture de Bulletins, les ordinateurs des Centres de Déchiffrement de bulletins et les ordinateurs des Centres de Totalisation peuvent déterminer avec précision quels ordinateurs peuvent être utilisés dans quelles zones géographiques. S'il était décidé, par exemple, qu'un électeur habitant dans une commune pouvait être autorisé à voter dans une autre commune, il suffirait de créer un fichier de configuration comportant l'information pour les scrutins des deux communes et de l'enregistrer sur le CD-ROM destiné à démarrer les ordinateurs de vote. L'électeur votant dans une commune qui n'est pas la sienne recevrait alors un « jeton de vote » qui donnerait instruction à l'ordinateur de vote de présenter le scrutin correspondant à la commune d'origine de l'électeur. Aucun observateur extérieur ne serait en mesure de constater que le bulletin produit correspond à une élection dans une autre commune. Le Centre de Lecture de Bulletins lirait le vote contenu dans la partie traitable par ordinateur du bulletin « étranger » de la même manière que les votes contenus dans les bulletins « locaux ». Le Centre de Déchiffrement de Bulletins ferait en sorte d'aiguiller le vote contenu dans le bulletin « étranger » vers les résultats partiels de la commune du domicile de l'électeur.

4.4.12 Entreposage (volume, espace, coûts, ...)

L'espace nécessaire pour entreposer le matériel correspondant au système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport est inférieur à celui nécessaire pour entreposer le matériel correspondant au système de vote électronique en usage actuellement en Belgique :

- La boîte qui permet d'entreposer un écran à cristaux liquides (LCD) est de l'ordre de 2,6 fois moins volumineuse que celle d'un écran à tube cathodique. Pour un écran LCD de 19", il faut compter de l'ordre de 17cm x 48 cm x 48 cm (profondeur x largeur x hauteur), soit 39.168 cm³ ; pour un écran cathodique de 15", les dimensions sont de l'ordre de 50 cm x 45 cm x 45 cm, soit 101.250 cm³.

- La boîte qui permet d'entreposer l'ordinateur de vote du système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport est de l'ordre de 23 fois plus petite que celle nécessaire pour entreposer un ordinateur de bureau typique.
Pour un mini-PC, il faut compter de l'ordre de 15cm x 25 cm x 7 cm (profondeur x largeur x hauteur), soit 2.625 cm³ ; pour un PC classique, les dimensions sont de l'ordre de 25 cm x 48 cm x 52 cm, soit 62.400 cm³.
- La boîte qui permet d'entreposer l'imprimante pour les bulletins (trace papier) a des dimensions de l'ordre de 25 cm x 25 cm x 18 cm, soit 11.250 cm³.

Le volume total estimé nécessaire pour entreposer le matériel du système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport est 53.000 cm³ par isoloir.

Le volume total estimé nécessaire pour entreposer le matériel du système de vote électronique actuellement en usage est 164.000 cm³ par isoloir.

Nous pouvons donc conclure que l'espace nécessaire pour entreposer le matériel pour le système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport est de l'ordre de 3 fois plus réduit que celui nécessaire pour le système en usage actuellement.

4.4.13 Encouragement des électeurs les plus faibles (les personnes âgées, les électeurs socialement vulnérables ...) à participer au vote

Le système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport prend en compte les exigences en matière d'accessibilité et d'utilisabilité mentionnées dans le rapport de la première partie de l'étude.

4.4.14 Cycle de vie du système

La section 5.2.4.2 spécifie les étapes du déploiement du système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport. Ces étapes incluent la conception, la réalisation, la vérification, l'initialisation et la certification des logiciels et de leurs configurations pour tous les ordinateurs intervenant dans le processus électoral, à savoir : les ordinateurs de vote, les ordinateurs des Centres de Lecture de Bulletins, les ordinateurs des Centres de Déchiffrement de bulletins et les ordinateurs des Centres de Totalisation. Ces étapes incluent également la spécification des personnes autorisées à mettre en route les ordinateurs de vote et à initier le processus de vote, etc.

5 Spécifications du système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier

Le système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport est présenté en détail dans cette section.

Ce système permet à l'électeur d'émettre son vote dans un isoloir et ensuite de confirmer que l'ordinateur de vote à l'aide duquel il a émis son vote a bien enregistré correctement le vote émis en vérifiant le contenu du bulletin imprimé par cet ordinateur. Le résultat des élections est déterminé sur base des bulletins ainsi imprimés, ce qui garantit que ce résultat correspond effectivement aux votes émis par les électeurs.

Le système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport implique les acteurs et les dispositifs suivants :

- le président du bureau de vote ;
- un électeur dûment reconnu comme tel ;
- un ordinateur de vote avec une imprimante ;
- un bulletin de vote ;
- une urne simple (non informatisée) dans chaque bureau de vote ;
- un Centre de Lecture de Bulletins, dans lequel les bulletins contenus dans des urnes sont lus ;
- un Centre de Déchiffrement de Bulletins, dans lequel les informations contenues dans les bulletins de vote lus par les Centres de Lecture de Bulletins sont déchiffrées ;
- les Centres de Totalisation, dans lesquels sont calculés les résultats des élections.

Le *processus de vote* se compose des étapes suivantes : (i) chaque électeur dûment reconnu comme tel reçoit une convocation pour les élections ; (ii) une personne se présente avec sa convocation et une preuve d'identité (typiquement sa carte d'identité électronique) auprès du président du bureau de vote afin que celui-ci vérifie sa qualité d'électeur ; s'il s'agit effectivement d'un électeur, (iii) le président du bureau de vote fournit à l'électeur un jeton de vote, qui doit être utilisé dans l'isoloir pour amorcer le processus de vote électronique à l'aide de l'ordinateur de vote. L'électeur (iv) utilise le jeton de vote pour (v) voter ; il (vi) confirme son vote sur l'ordinateur de vote, qui (vii) produit un bulletin que l'électeur (viii) inspecte pour confirmer que ce qui est imprimé correspond bien au vote émis l'aide de l'ordinateur de vote. Une fois cette confirmation acquise, l'électeur (ix) met ce qui est imprimé à l'abri des regards indiscrets (pliage ou enveloppe) et (x) présente le bulletin protégé au président du bureau de vote qui (xi) vérifie qu'il n'y a pas de marques non autorisées permettant d'identifier l'électeur. S'il n'y a effectivement aucune marque autorisée, le président (xii) rend le bulletin protégé à l'électeur, qui (xiii) le dépose dans l'urne. En fin de compte, le président (xiv) rend à l'électeur sa pièce d'identité et sa convocation estampillée.

Ce système est appelé « système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier » parce que la procédure est très proche de celle utilisée avec des bulletins de vote traditionnels, à ceci près que les bulletins ne sont pas remplis manuellement, mais bien à l'aide d'un ordinateur de vote. L'amélioration provient du fait que les bulletins ne doivent pas être dépouillés et comptés manuellement, car ils comportent une représentation du vote émis qui est traitable par ordinateur, ce qui permet un

traitement automatisé. Des vérificateurs indépendants peuvent vérifier que l'information traitable par ordinateur qui figure sur des bulletins choisis au hasard correspond bien avec ce qui est imprimé sur ces bulletins sous une forme lisible par un être humain.

Le système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier est proposé en deux variantes. Dans chacune de ces variantes, le vote émis est représenté deux fois sur le bulletin : une première fois sous une forme lisible par un être humain et une deuxième fois sous une forme traitable par ordinateur, de façon à permettre un traitement aisé à l'issue de la période dévolue à l'élection le jour des élections et ainsi produire les résultats des scrutins. Les formes traitables par ordinateur sont chiffrées de manière à empêcher tout accès non autorisé aux votes qu'elles contiennent.

La première variante est celle du *bulletin de vote à code à barres* (cfr. Figure 2 et d'autres exemples au chapitre 12). L'électeur (a) reçoit, de la part du président du bureau de vote, une carte à puce qui sert de jeton de vote pour amorcer le processus de vote. Ce jeton empêche l'électeur de produire plus d'un bulletin de vote : chaque jeton ne permet de voter qu'une seule fois. Dès que l'électeur (b) présente la carte à puce à l'ordinateur de vote, il peut (c) commencer le processus de vote. En fin de parcours, l'électeur (d) confirme ses choix et l'ordinateur de vote imprime le bulletin et simultanément désactive la carte à puce. L'électeur (e) reçoit le bulletin imprimé et reprend la carte à puce. Le bulletin se compose de deux parties : un code à barres et un texte, qui représentent tous deux le vote émis par l'électeur ; l'information contenue dans le code à barres ne peut cependant être exploitée que par un Centre de Déchiffrement de Bulletins (voir plus loin). Après que l'électeur ait (f) confirmé que le texte imprimé correspond bien aux choix qu'il a exprimés par le biais de l'ordinateur de vote, l'électeur (g) plie le bulletin comme indiqué par les pointillés² afin de cacher le texte lisible par un être humain, en particulier pour le président du bureau de vote qui va devoir vérifier que le bulletin ne comporte aucune marque non autorisée. Une fois le bulletin plié, l'électeur sort de l'isoloir et (h) montre le bulletin au président qui (i) inspecte ce bulletin pour vérifier qu'il ne comporte aucune marque non autorisée qui permettrait d'identifier l'électeur. Si le bulletin ne comporte aucune marque non autorisée, le président (j) rend le bulletin à l'électeur qui (k) le dépose dans l'urne du bureau de vote. La Figure décrit cette procédure. L'électeur est invité à rendre la carte à puce qui a servi de jeton de vote mais, s'il omet de le faire, il ne pourra pas l'utiliser pour voter à nouveau puisque cette carte a été désactivée.

² Le bulletin doit être plié au moins une fois (en suivant les pointillés verticaux) pour cacher le texte imprimé. Afin de prévenir la réouverture spontanée du bulletin, on peut également effectuer un second pli (suivant les pointillés horizontaux).

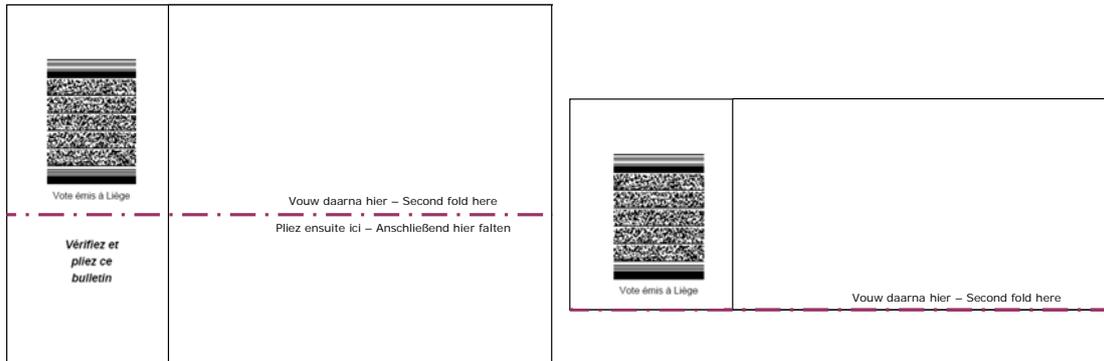
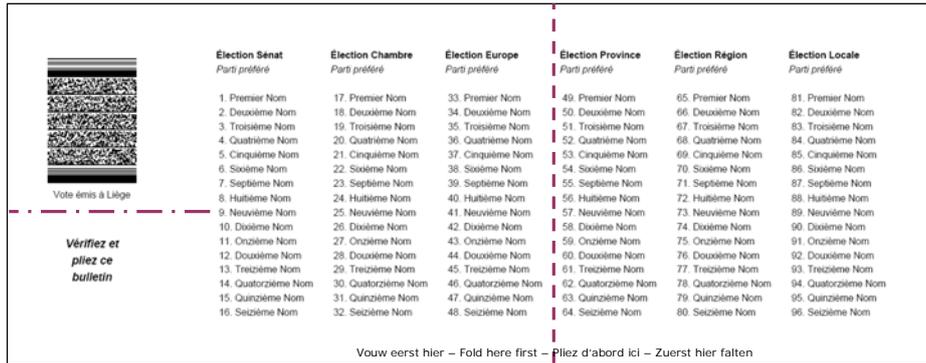


Figure 2: En haut: un bulletin de vote à code à barres tel que produit par l'ordinateur de vote. En dessous, à gauche : le bulletin plié une fois. En dessous, à droite: le bulletin plié deux fois.

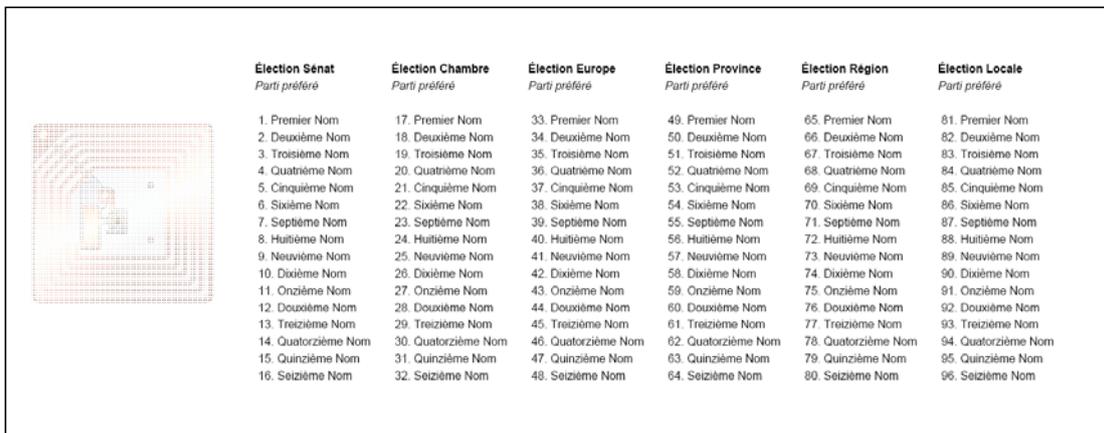


Figure 3: Bulletin de vote avec puce RFID incorporée

La deuxième variante est celle du *bulletin de vote à puce RFID incorporée* (cfr. Figure 3). Dans cette variante, l'électeur (a) reçoit, de la part du président du bureau de vote, un bulletin vierge et une enveloppe (qui permettra de cacher ce qui sera imprimé sur le bulletin, en particulier au regard du président); on peut bien évidemment remplacer l'utilisation de l'enveloppe par un pliage approprié du bulletin (comme dans la première variante). Le bulletin de vote vierge est une feuille de papier dans laquelle est incorporée une puce RFID³. Une fois dans l'isoloir, l'électeur (b) présente le bulletin à l'ordinateur de vote en insérant ce bulletin dans l'imprimante.

³ Une puce RFID (Radio Frequency Identification) est une puce qui peut être incorporée dans une feuille de papier. Des mécanismes de contrôle d'accès stricts empêchent tout accès non autorisé (lecture ou écriture) aux informations enregistrées dans la puce.

Une fois le bulletin détecté par l'ordinateur de vote, l'électeur peut (c) commencer le processus de vote. En fin de parcours, l'électeur (d) confirme ses choix et l'ordinateur de vote imprime le vote sous la forme d'un texte lisible par un être humain sur le bulletin, enregistre ce même vote dans la puce RFID et éjecte le bulletin de l'imprimante, ce qui permet à l'électeur (e) de recevoir le bulletin imprimé. Après que l'électeur ait (f) confirmé que le texte imprimé correspond bien aux choix qu'il a exprimés par le biais de l'ordinateur de vote, l'électeur (g) insère le bulletin dans l'enveloppe qui lui a été remise par le président ou plie le bulletin comme indiqué par les pointillés afin de cacher le texte lisible par un être humain. L'électeur sort ensuite de l'isoloir et (h) montre l'enveloppe ou le bulletin plié au président qui (i) l'inspecte pour vérifier que cette enveloppe ou ce bulletin plié ne comporte aucune marque non autorisée qui permettrait d'identifier l'électeur. Si l'enveloppe ou le bulletin ne comporte aucune marque non autorisée, le président (j) la (le) rend à l'électeur qui (k) la (le) dépose dans l'urne du bureau de vote. La **Error! Reference source not found.** décrit cette procédure.

L'information qui est enregistrée dans la partie traitable par ordinateur du bulletin de vote (le code à barres dans la première variante ou la puce RFID dans la seconde) est identique à l'information imprimée sous la forme d'un texte lisible par un être humain, mais elle est chiffrée (encryptée) pour empêcher tout accès non autorisé : seul le Centre de Déchiffrement de Bulletins est en mesure de déchiffrer l'information lue à partir de la partie traitable par ordinateur du bulletin de vote par le Centre de Lecture de Bulletins. L'électeur pourrait se demander si l'information enregistrée dans la partie traitable par ordinateur du bulletin de vote pourra effectivement être lue dans les phases ultérieures du traitement. A cet effet, on peut prévoir un lecteur de codes à barres ou un lecteur de puces RFID à côté de l'urne. L'électeur peut alors demander une lecture de l'information enregistrée. Si le lecteur n'arrive pas à lire l'information enregistrée dans le code à barres ou dans la puce RFID, une seconde tentative de lecture est effectuée. Si le problème de lecture est confirmé, une procédure de recherche de la cause est enclenchée, le bulletin illisible est annulé et l'électeur est invité à recommencer la procédure de vote.

A l'issue de la période dévolue au vote le jour des élections, les résultats des scrutins sont produits par la procédure suivante : (1) l'urne d'un bureau de vote est transportée au Centre de Lecture de Bulletins associé à ce bureau de vote. Le Centre de Lecture de Bulletins lit les parties traitables par ordinateur de chacun des bulletins produit pendant le scrutin. Une fois les bulletins lus, (2) le Centre de Lecture de Bulletins transmet l'information chiffrée lue à partir des bulletins de vote au Centre de Déchiffrement de Bulletins qui lui est associé. Le Centre de Déchiffrement de Bulletins (3) déchiffre les votes et (4) envoie les votes déchiffrés au Premier Centre de Totalisation où les résultats partiels des scrutins sont tabulés. Ces résultats sont propagés vers les Centres de Totalisation de plus haut niveau pour contribuer aux résultats finals. La Figure 4 décrit cette procédure.

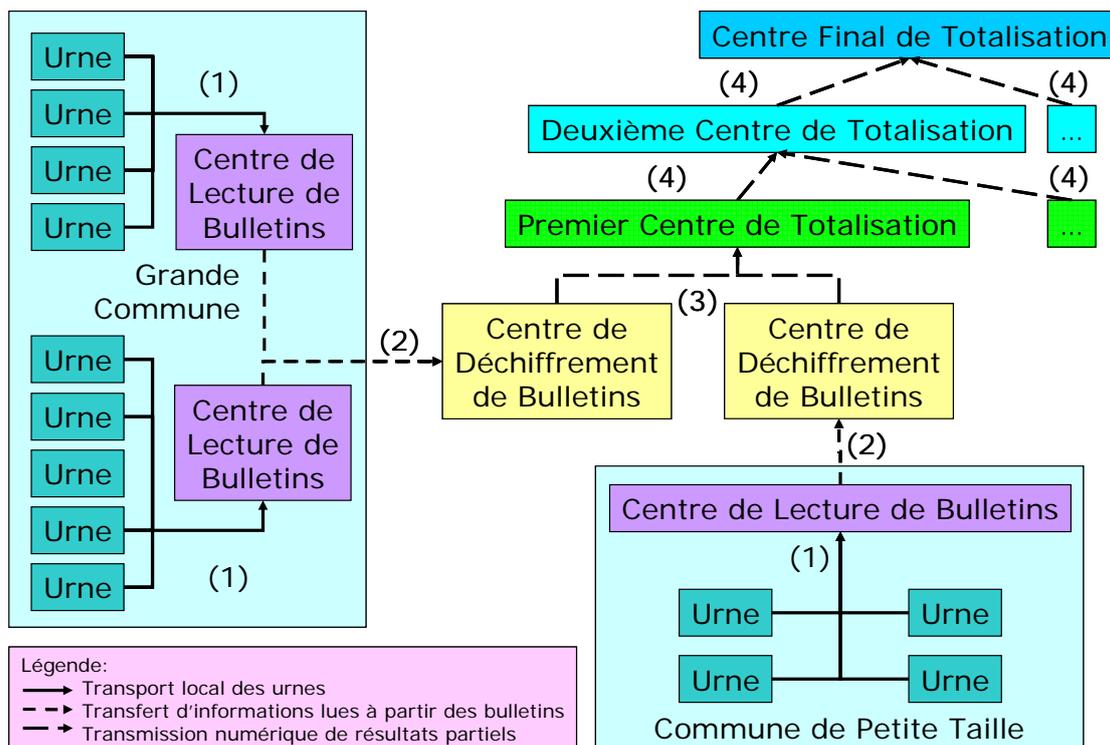


Figure 4: Chemin parcouru par un bulletin de vote depuis l'urne jusqu'au Centre Final de Totalisation

A l'issue de la période dévolue au vote le jour des élections, le président du bureau de vote transporte l'urne de son bureau vers le Centre de Lecture de Bulletins associé à ce bureau de vote (1). Le personnel du Centre de Lecture de Bulletins vide les urnes qu'il reçoit et mélange leurs contenus de façon à rompre tout ordre chronologique correspondant à l'ordre d'insertion des bulletins dans les urnes. Ensuite, ce personnel effectue la lecture des informations chiffrées contenues dans la partie traitable par ordinateur de chaque bulletin de vote. Des témoins vérifient que la partie traitable par ordinateur de chaque bulletin est effectivement lue. Une fois tous les bulletins lus, le président du Centre de Lecture de Bulletins signe de manière numérique l'information extraite des bulletins de vote et l'enregistre sur une clé USB qui est transportée (2) vers le Centre de Déchiffrement de Bulletins pour la suite du traitement. En lieu et place d'un transport physique par clé USB, l'information peut également être envoyée au Centre de Déchiffrement de Bulletins par un réseau de communication (par exemple : l'Internet).

Dès qu'un Centre de Déchiffrement de Bulletins reçoit l'information signée numériquement d'un Centre de Lecture de Bulletins, la signature numérique est vérifiée. Si elle est correcte, le Centre de Déchiffrement de Bulletins applique la clé de déchiffrement appropriée à l'information reçue. Ceci produit un ensemble de votes déchiffrés qui peuvent à présent être traités par le Premier Centre de Totalisation associé au Centre de Déchiffrement de Bulletins. Le président du Centre de Déchiffrement de Bulletins signe numériquement la liste des votes déchiffrés et envoie cette liste signée au Premier Centre de Totalisation associé à son Centre de Déchiffrement de Bulletins (3). L'information envoyée d'un Centre de Totalisation vers un Centre de Totalisation de plus haut niveau (4) est également signée numériquement par le président du Centre qui envoie l'information.

5.1 Terminologie et conventions

Nous utiliserons dorénavant la terminologie suivante afin d'éviter les incohérences et les ambiguïtés :

- Chaque **bureau de vote** comporte un certain nombre d'isoloirs.
- Chaque **isoloir** est équipé d'un ordinateur de vote, qui comporte un écran tactile et une imprimante. Un certain nombre d'isoloirs peuvent être réservés aux électeurs malvoyants : leur ordinateur de vote est muni d'un lecteur Braille et d'un casque audio.
- Il y a une seule **urne** dans chaque bureau de vote.
- Chaque **commune** dispose d'un ou de plusieurs bureaux de vote.
- Après vérification de sa qualité d'électeur, un électeur reçoit un **jeton de vote** de la part du président du bureau de vote ; ce jeton est nécessaire pour pouvoir voter et il n'est utilisable qu'une seule fois.
- L'électeur utilise l'**écran tactile** (ou le **lecteur Braille**) pour choisir les partis (listes) et les candidats pour qui il souhaite voter.
- Après que l'électeur ait confirmé qu'il a terminé de voter, l'ordinateur de vote imprime un **bulletin de vote** qui comporte les votes émis à la fois sous la forme d'un texte lisible par un être humain et sous une forme traitable par ordinateur. L'électeur vérifie que le texte lisible correspond bien aux votes qu'il a émis et il fait le nécessaire (pliage ou insertion dans une enveloppe) de façon à cacher le texte lisible par un être humain.
- Si plusieurs élections se déroulent le même jour, un même bulletin de vote peut comporter les votes émis pour chacune des élections.
- L'électeur présente le bulletin au président du bureau de vote, qui s'assure que le bulletin ne comporte pas de marques visibles non autorisées.
- L'électeur dépose ensuite le bulletin dans l'**urne**.

Le territoire belge est divisé en sections disjointes en fonction de la nature de l'élection. La disposition de ces sections varie selon la nature des élections (européennes, fédérales, provinciales, régionales, locales, etc.) et sort du cadre de ce document.

Les spécifications du système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport se fondent par sur la notion plus abstraite de Centres de Totalisation, qui récoltent et traitent des résultats partiels. Le nombre de ces Centres de Totalisation n'est pas fixé, mais ce qui suit suppose qu'il y aura au moins trois niveaux : Premier, Second et Final. Le Premier Centre de Totalisation accumule les résultats des scrutins au niveau de la commune alors que le Centre Final de Totalisation produit les résultats au niveau national. Le contenu chiffré d'un bulletin de vote est lu par le Centre de Lecture de Bulletins dans lequel sont transportées les urnes à l'issue de la période consacrée au vote le jour des élections. Cette information chiffrée est transmise du Centre de Lecture de Bulletins à un Centre de Déchiffrement de Bulletins dans lequel la clé de déchiffrement appropriée est appliquée afin de révéler le contenu déchiffré des bulletins de vote. Cette information déchiffrée est ensuite transmise au Premier Centre de Totalisation associé au Centre de Déchiffrement de Bulletins et elle contribue aux résultats partiels de ce Centre de Totalisation. La lecture des informations chiffrées contenues dans les parties traitables par ordinateur des bulletins de vote et le déchiffrement de ces informations doit se faire en des lieux séparés physiquement ; par contre, le Centre de Déchiffrement et le Premier Centre de Totalisation peuvent être situés au même endroit.

- Le **Centre Final de Totalisation** correspond au territoire belge; ce centre est subdivisé en plusieurs centres disjoints, appelés Deuxièmes Centres de Totalisation.
- Un **Deuxième Centre de Totalisation** couvre une partie disjointe du territoire couvert par le Centre Final de Totalisation. Chacun des Deuxièmes Centres de Totalisation est subdivisé en plusieurs centres disjoints, appelés Premiers Centres de Totalisation.
- Un **Premier Centre de Totalisation** est associé avec un des Deuxièmes Centres de Totalisation. Ce Premier Centre de Totalisation traite les informations produites par les Centres de Déchiffrement de Bulletins associés à une ou plusieurs communes. Une **commune** n'est pas subdivisée en sous-niveaux. Le Premier Centre de Totalisation associé à une commune totalise les voix issues des bulletins en provenance des urnes de cette commune. Un Premier Centre de Totalisation peut traiter les votes en provenance de plusieurs communes.
- Un **Centre de Déchiffrement de Bulletins** traite l'information reçue électroniquement en provenance des Centres de Lecture de Bulletins qui lui sont associés. Il déchiffre l'information lue – par les Centres de Lecture de Bulletins – sur base des parties traitables par ordinateur des bulletins de vote. L'information déchiffrée est ensuite transmise au Premier Centre de Totalisation auquel le Centre de Déchiffrement de Bulletins est associé. Un même Centre de Déchiffrement de Bulletins peut être associé à plusieurs communes.
- Dans un **Centre de Lecture de Bulletins**, l'information chiffrée contenue dans les parties traitables par ordinateur des bulletins de vote est lue et enregistrée sous forme informatique. Le Centre de Lecture de Bulletins traite tous les bulletins contenus dans toutes les urnes de tous les bureaux de vote auxquels il est associé. Un Centre de Lecture de Bulletins peut être associé à plusieurs communes.

Il peut être nécessaire de subdiviser le territoire en plus de trois niveaux de totalisation. Dans ce cas, on aurait, par exemple : Premier Centre de Totalisation → Deuxième Centre de Totalisation → Troisième Centre de Totalisation → Quatrième Centre de Totalisation → Centre Final de Totalisation.

5.2 Description de haut niveau

5.2.1 La procédure de vote du point de vue de l'électeur : bulletins à code à barres

La **Error! Reference source not found.** illustre la procédure de vote du point de vue de l'électeur dans le cas où l'on utilise un bulletin à code à barres. L'électeur procède alors de la manière suivante:

- Etape 1. L'électeur reçoit une **lettre de convocation** personnelle.
- Etape 2. **L'électeur se présente en personne** au bureau de vote mentionné dans la convocation (a). S'il décide de voter par procuration, c'est le détenteur de la procuration qui se présente au bureau de vote avec les documents requis.
- Etape 3. Le président du bureau de vote confirme que l'électeur (ou le porteur de sa

procuration) est autorisé à voter. Si c'est le cas, l'électeur (ou le porteur de sa procuration) reçoit du président une **carte à puce de vote** (qui fait fonction de **jeton de vote**), qui lui permettra d'activer l'ordinateur de vote. Cette carte à puce est décrite plus en détail dans la suite du document. L'ordinateur de vote attend en permanence que quelqu'un se présente avec une carte à puce de vote valide pour démarrer la procédure de vote.

- Etape 4. Le personnel du bureau de vote indique un isoloir libre ; l'électeur y présente la **carte à puce de vote** à l'ordinateur de vote (b). Ceci entraîne le démarrage du processus de vote et permet donc à l'électeur d'émettre son vote.
- Etape 5. L'électeur effectue les choix nécessaires pour émettre son vote (c) en utilisant l'écran tactile pour sélectionner les partis et les candidats de son choix.
- Etape 6. L'électeur est invité à confirmer ses choix (d).
- Etape 7. Après confirmation des choix par l'électeur, l'ordinateur de vote imprime un **bulletin de vote sur papier**. Ce bulletin comporte les votes émis sous deux formes équivalentes : une forme lisible par un être humain (un texte imprimé) et un code à barres traitable par ordinateur.
- Etape 8. **L'électeur retire la carte à puce et le bulletin de vote** de l'ordinateur de vote (e) et (f) **examine le texte** qui vient d'être imprimé **sur le bulletin** pour vérifier que ce texte correspond bien au vote émis et confirmé par ses soins.
- Etape 9. Si le texte imprimé correspond effectivement au vote émis, l'électeur plie ensuite le bulletin de manière à ce que seul le code à barres reste visible (g).
- Etape 10. L'électeur sort de l'isoloir, **présente le bulletin plié** au président du bureau de vote et lui rend la carte à puce de vote (h).
- Etape 11. Le **président du bureau de vote examine** le bulletin plié (i) – sans le déplier ni l'ouvrir – pour confirmer l'absence de marques non autorisées sur le bulletin qui permettraient d'identifier l'électeur.
- Etape 12. Si le bulletin ne comporte aucune marque non autorisée, **le président du bureau de vote rend le bulletin plié à l'électeur** (j).
- Etape 13. **L'électeur dépose le bulletin dans l'urne** du bureau de vote (k).
- Etape 14. Le président du bureau de vote **rend le document d'identité et la convocation à l'électeur** ; la convocation a préalablement été estampillée pour attester du fait que l'électeur a exprimé son vote pendant la période consacrée au scrutin et que le bulletin contenant ce vote a été déposé dans l'urne.

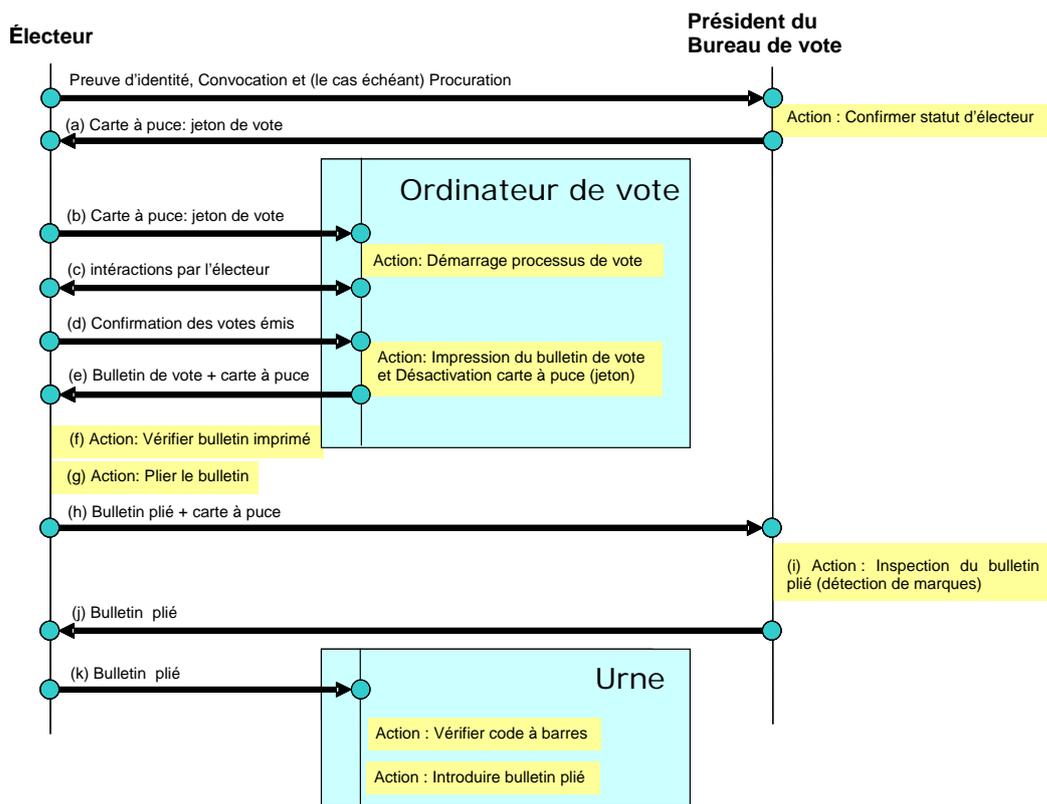


Figure 5: Procédure de vote (bulletins à code à barres)

5.2.2 La procédure de vote du point de vue de l'électeur : bulletins à puce RFID

La Figure 6 illustre la procédure de vote du point de vue de l'électeur dans le cas où l'on utilise un bulletin à puce RFID. L'électeur procède alors de la manière suivante:

- Etape 1. L'électeur reçoit une **lettre de convocation** personnelle.
- Etape 2. **L'électeur se présente en personne** au bureau de vote mentionné dans la convocation (a). S'il décide de voter par procuration, c'est le détenteur de la procuration qui se présente au bureau de vote avec les documents requis.
- Etape 3. Le président du bureau de vote confirme que l'électeur (ou le porteur de sa procuration) est autorisé à voter. Si c'est le cas, l'électeur (ou le porteur de sa procuration) reçoit du président un **bulletin vierge** et **une enveloppe** (l'enveloppe est facultative, car il est possible de cacher le texte qui sera imprimé sur le bulletin par un pliage approprié). L'ordinateur de vote attend en permanence que quelqu'un se présente avec un bulletin vierge valide pour démarrer la procédure de vote. Si l'ordinateur détecte un bulletin non vierge, il en informe l'électeur.
- Etape 4. Le personnel du bureau de vote indique un isoloir libre ; l'électeur y présente le **bulletin de vote vierge** à l'ordinateur de vote (b). Ceci entraîne le démarrage du processus de vote et permet donc à l'électeur d'émettre son vote.
- Etape 5. L'électeur effectue les choix nécessaires pour émettre son vote (c) en utilisant l'écran tactile pour sélectionner les partis et les candidats de son

choix.

- Etape 6. L'électeur est invité à confirmer ses choix (d).
- Etape 7. Après confirmation des choix par l'électeur, l'ordinateur de vote imprime le(s) vote(s) émis sur le **bulletin de vote** introduit par l'électeur dans l'ordinateur de vote et enregistre ce(s) vote(s) de manière chiffrée sur la puce RFID.
- Etape 8. **L'électeur retire le bulletin de vote** de l'ordinateur de vote (e) et (f) **examine le texte** qui vient d'être imprimé **sur le bulletin** pour vérifier que ce texte correspond bien au vote émis et confirmé par ses soins.
- Etape 9. Si le texte imprimé correspond effectivement au vote émis, l'électeur insère ensuite le bulletin dans l'enveloppe reçue du président du bureau de vote (g).
- Etape 10. L'électeur sort de l'isoloir et **présente l'enveloppe** au président du bureau de vote (h).
- Etape 11. Le **président du bureau de vote examine** l'enveloppe contenant le bulletin (i) pour confirmer l'absence de marques non autorisées qui permettraient d'identifier l'électeur.
- Etape 12. Si l'enveloppe ne comporte aucune marque non autorisée, **le président du bureau de vote rend l'enveloppe à l'électeur** (j).
- Etape 13. **L'électeur dépose l'enveloppe dans l'urne** du bureau de vote (k).
- Etape 14. Le président du bureau de vote **rend le document d'identité et la convocation à l'électeur** ; la convocation a préalablement été estampillée pour attester du fait que l'électeur a exprimé son vote pendant la période consacrée au scrutin et que le bulletin contenant ce vote a été déposé dans l'urne.

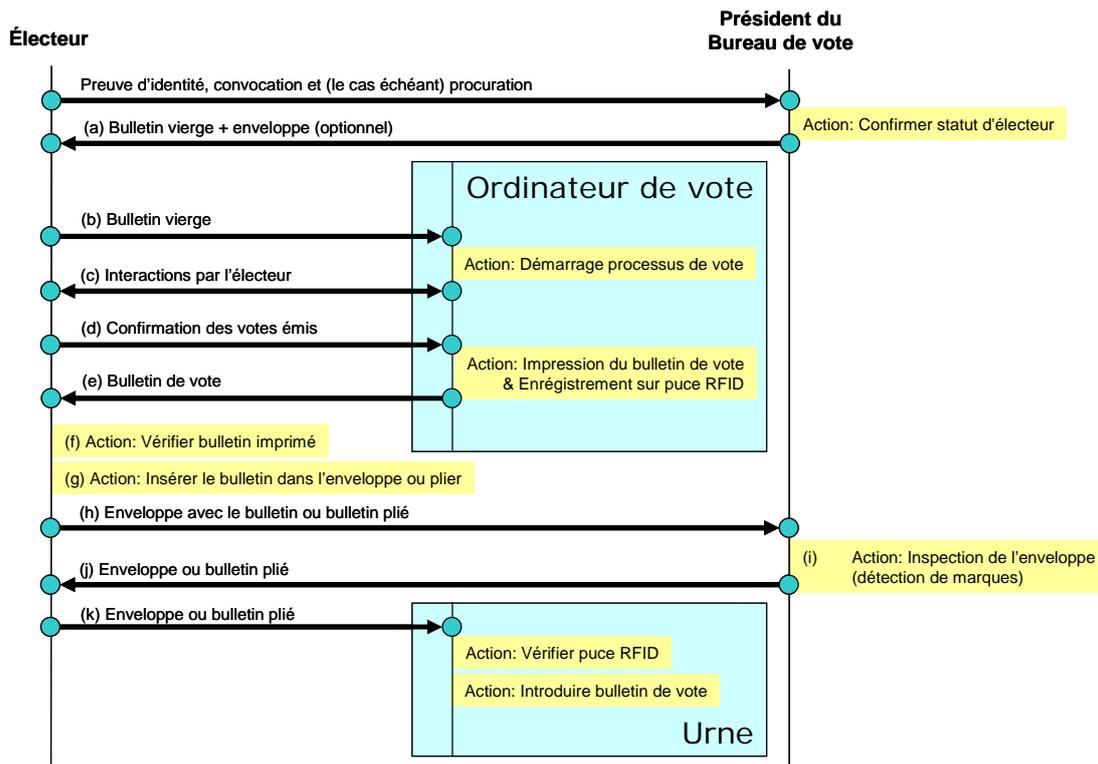


Figure 6: Procédure de vote (bulletins à puce RFID)

5.2.3 Du bulletin de vote au résultat final du scrutin

À l'issue de la période consacrée au vote le jour des élections, les étapes suivantes sont exécutées. La procédure est également décrite à la Figure 4:

- Étape 1. Le président du bureau de vote transporte l'urne du bureau de vote au Centre de Lecture de Bulletins associé à son bureau (1). Plusieurs communes de petite taille peuvent se partager les services d'un Centre de Lecture de Bulletins, tandis que les communes à population élevée peuvent éventuellement disposer de plusieurs Centres de Lecture de Bulletins.
- Étape 2. Dès qu'une urne arrive au Centre de Lecture de Bulletins, elle est vidée et son contenu est mélangé avec les contenus des autres urnes qui n'ont pas encore été traitées par le Centre de Lecture de Bulletins : ceci permet de supprimer tout lien chronologique entre les bulletins. Les contenus de plusieurs urnes peuvent être mélangés même si ces urnes proviennent de communes différentes : le Centre de Déchiffrement de Bulletins aiguillera les votes vers le Centre de Totalisation approprié, c'est-à-dire : celui qui doit totaliser les votes de la commune en question.
- Étape 3. Le personnel du Centre de Lecture de Bulletins utilise les moyens appropriés pour lire l'information contenue dans les parties traitables par ordinateur des bulletins qui lui sont fournis : un lecteur de code à barres pour les bulletins à code à barres et un lecteur de puce RFID pour les bulletins à puce RFID.
- Étape 4. Dès que le personnel du Centre de Lecture de Bulletins a lu les informations contenues dans les parties traitables par ordinateur des bulletins qui lui sont fournis, le président du Centre de Lecture de Bulletins signe numériquement cette information à l'aide de sa carte d'identité

électronique et fait en sorte d'envoyer (2) cette information signée au Centre de Déchiffrement de Bulletins. Comme les contenus des urnes ont été mélangés avant lecture, l'ordre dans lequel figurent les votes dans la liste envoyée au Centre de Déchiffrement de Bulletins est totalement indépendant de l'ordre dans lequel les bulletins ont été introduits dans les urnes dans les différents bureaux de vote. L'intégrité du transfert vers le Centre de Déchiffrement de Bulletins est assurée par une signature électronique calculée à partir de la carte d'identité électronique du président du Centre de Lecture de Bulletins. Si cette transmission ne peut se faire par une connexion en ligne, l'information signée numériquement est transportée par courrier au Centre de Déchiffrement de Bulletins associé au Centre de Lecture de Bulletins par le biais d'une clé USB.

- Etape 5. Le Centre de Déchiffrement de Bulletins vérifie la signature numérique des informations reçues en provenance des Centres de Lecture de Bulletins qui lui sont associés. Le Centre de Déchiffrement de Bulletins trie les informations chiffrées lues par les Centres de Lecture de Bulletins ; après ce tri, le Centre de Déchiffrement de Bulletins applique les clés privées de déchiffrement appropriées pour décoder la représentation numérisée des votes contenus dans cette information et tabuler les votes pour chaque commune dont il a la charge. Le président du Centre de Déchiffrement de Bulletins signe ensuite numériquement la table ainsi produite et l'envoie au Premier Centre de Totalisation associé à ce Centre de Déchiffrement de Bulletins.
- Etape 6. Lorsqu'un Centre de Totalisation reçoit des informations en provenance d'un Centre de Totalisation d'un niveau inférieur ou lorsqu'un Premier Centre de Totalisation reçoit des informations en provenance d'un Centre de Déchiffrement de Bulletins, il met à jour ses résultats partiels sur base des informations reçues.
- Etape 7. Chaque Centre de Totalisation situé en dessous du Centre Final de Totalisation met périodiquement à jour les informations du Centre de Totalisation immédiatement supérieur dans la hiérarchie en envoyant des mises à jour de ses propres résultats partiels signées numériquement. Si cette transmission ne peut se faire par une connexion en ligne, l'information signée numériquement est transportée par courrier au Centre de Totalisation de niveau supérieur par le biais d'une clé USB.
- Etape 8. Le Centre Final de Totalisation publie les résultats des scrutins sur base des résultats partiels et finals qui lui sont transmis par le niveau inférieur.

5.2.3.1 Surveillance (audit) des procédures de vote et de comptage

Le dispositif décrit permet à des observateurs indépendants (auditeurs) d'observer les différentes étapes de la production et du traitement des bulletins de vote, en particulier pour garantir ce qui suit :

- (i) Les urnes sont effectivement vides avant le début de la période consacrée au vote.
- (ii) Les bureaux de vote et leur personnel fonctionnent correctement pendant l'élection.
- (iii) Le président et les assesseurs des bureaux de vote exécutent correctement les procédures à l'issue de la période consacrée au vote.

- (iv) Toutes les urnes sont transportées des bureaux de vote vers les Centres de Lecture de Bulletins auxquels ils sont associés.
- (v) L'ouverture des urnes et la collecte des bulletins qu'elles contiennent se fait en conformité avec les règles.
- (vi) Le mélange des bulletins se fait de manière adéquate avant la lecture des informations chiffrées contenues dans les parties traitables par ordinateur des bulletins de vote.
- (vii) Tous les bulletins de vote sont effectivement lus.
- (viii) Les membres du Centre de Lecture de Bulletins qui signent numériquement les listes de votes chiffrés obtenues après la lecture des bulletins remplissent correctement leur mission.
- (ix) Les listes de votes chiffrés obtenues après la lecture des bulletins sont transmises correctement vers les Centres de Déchiffrement de Bulletins.
- (x) Les listes de votes déchiffrés sont transmises correctement des Centres de Déchiffrement de Bulletins vers les Premiers Centres de Totalisation qui leur sont associés.
- (xi) Les listes de votes déchiffrés reçus des Centres de Déchiffrement de Bulletins sont correctement traitées par les Premiers Centres de Totalisation qui leur sont associés.
- (xii) Les différents Centres de Totalisation traitent correctement les résultats partiels entrants et produisent correctement les résultats sortants.

Les auditeurs produisent des procès-verbaux dans lesquels ils font état de ce qu'ils ont constaté. Cela peut inclure, par exemple : le nombre d'urnes utilisées dans chaque bureau de vote, le nombre de bulletins dans chaque urne, le nombre d'électeurs certifiés comme tels dans chaque bureau, etc. Lorsque des résultats partiels sont transmis d'un Centre de Totalisation vers le suivant, les auditeurs vérifient et confirment que les résultats partiels sont conformes avec les informations dont ils disposent.

5.2.4 L'équipement informatique

La Figure 7 et la Figure 8 illustrent l'équipement informatique présent dans chaque isolement respectivement dans les bureaux de vote qui utilisent des bulletins de vote à code à barres et des bulletins de vote à puce RFID. La Figure 9 et la Figure 10 décrivent les équipements utilisés dans les Centres de Lecture de Bulletins qui traitent respectivement des bulletins de vote à code à barres et des bulletins de vote à puce RFID. Enfin, la Figure 11 et la Figure 12 décrivent les équipements utilisés dans les Centres de Déchiffrement de Bulletins et dans les Centres de Totalisation.

Voici des éléments d'information au sujet des différents dispositifs :

- écrans tactiles pour communiquer avec l'utilisateur pour exprimer le vote ;
- écrans (normaux) dans les Centres de Déchiffrement de Bulletins ;
- mini-ordinateurs pour les isolations et pour les différents Centres ;
- imprimantes pour produire les bulletins de vote ; selon le type de bulletins, il peut s'agir d'imprimantes à tickets (bulletins à code à barres) ou d'imprimantes à module RFID (bulletins à puce RFID) ;
- lecteurs de cartes à puce pour les ordinateurs de vote utilisant des bulletins à

code à barres en vue de détecter et de désactiver la carte à puce de vote ;

- lecteurs de cartes à puce avec clavier sécurisé pour code PIN : ils seront utilisés pour signer les informations qui seront transmises entre les différents Centres (Lecture, Déchiffrement, Totalisation) ;
- lecteurs Braille pour les isoloirs destinés aux électeurs malvoyants ;
- clés mémoire USB pour les Centres de Lecture de Bulletins et les Centres de Déchiffrement de Bulletins qui ne disposent pas de connexions en ligne vers les Centres qui devront traiter les informations qu'ils produisent ;
- lecteurs de codes à barres pour les urnes et les Centres de Lecture de Bulletins qui traitent des bulletins à code à barres ;
- lecteurs de puces RFID pour les urnes et les Centres de Lecture de Bulletins qui traitent des bulletins à puce RFID;
- connexions réseau pour transmettre les informations entre les Centres, par exemple : entre un Premier Centre de Totalisation et le Deuxième Centre de Totalisation.

En outre, le mini-ordinateur présent dans chaque isoloir doit être muni d'une prise audio pour casque ; cela permet à des électeurs malvoyants de recevoir une rétroaction sonore pendant qu'ils utilisent l'ordinateur pour exprimer leurs votes, même en l'absence de lecteur Braille.

Dans ce qui suit, nous utiliserons le terme « ordinateur de vote » pour faire référence à la combinaison d'éléments que nous venons d'énumérer et qui est présente dans chaque isoloir.



Figure 7: Equipement présent dans l'isoloir (bulletins à code à barres)



Imprimante à souches
& Module RFID



Lecteur Braille
(optionnel)



Mini PC

Figure 8: Equipement présent dans l'isoloir (bulletins à puce RFID)



Lecteur de
code à barres



Lecteur de
cartes à puce
avec clavier
sécurisé



Clé
mémoire
USB



Mini PC

Figure 9: Equipement présent dans le Centre de Lecture (bulletins à code à barres)



Lecteur RFID



Lecteur de cartes à puce avec clavier sécurisé



Clé mémoire USB



Mini PC

Figure 10: Equipement présent dans le Centre de Lecture (bulletins à puce RFID)



Lecteur de cartes à puce avec clavier sécurisé



Clé mémoire USB



Mini PC

Figure 11: Equipement présent dans le Centre de Déchiffrement de Bulletins



Figure 12: Equipement présent dans le Premier Centre de Totalisation

5.2.4.1 Composants des systèmes informatiques

L'ordinateur lui-même

L'ordinateur qui fait partie de « l'ordinateur de vote » peut être soit un ordinateur construit sur mesure pour les besoins du vote, soit un ordinateur standard du commerce.

Avantages et inconvénients d'un ordinateur sur mesure

Parmi les avantages de disposer d'un ordinateur conçu et construit spécialement pour servir dans le système de vote envisagé ici, on peut relever :

- L'ordinateur sur mesure peut être conçu de manière à ne comporter que les composants matériels strictement nécessaires pour le vote électronique.
- Le concepteur d'un tel système reste propriétaire et contrôle l'évolution de la conception de cet ordinateur ; il sait quelles fonctions cet ordinateur peut remplir et lesquelles sont hors de sa portée.
- Le concepteur d'un tel système peut inclure des mesures spécifiques pour prévenir certaines attaques dites « par canal latéral » telles que : attaques se basant sur le temps, sur la consommation électrique, etc. Ceci rend plus difficile le lancement d'attaques de ce type par des observateurs extérieurs.
- Il est possible d'inclure des composants conçus pour résister aux attaques physiques telles que le remplacement de certaines puces électroniques ou l'ajout d'équipement de surveillance illicite.

- La vérification des références (« credentials ») qui permettent à un administrateur de systèmes d'installer les systèmes d'exploitation et le logiciel électoral peut plus facilement être incorporée dans la mémoire morte (« firmware ») de l'ordinateur.

Les inconvénients du choix d'un ordinateur sur mesure incluent :

- La conception d'un ordinateur sur mesure est très complexe et donc coûteuse.
- Les coûts de production de telles machines seront bien évidemment supérieurs à ceux de machines standard, mais les coûts de maintenance seront presque nuls.
- La conception et les critères de conception doivent faire l'objet d'un processus de certification, qui peut prendre plusieurs mois.

Avantages et inconvénients d'un ordinateur standard

Parmi les avantages d'utiliser un ordinateur standard du commerce, on peut mentionner :

- L'Administration peut lancer un appel d'offres pour la fourniture d'un service de mise à disposition du nombre nécessaire d'ordinateurs pour une ou plusieurs élections.
- Il n'y a pas de surcoûts de conception et de production.
- Dans le cas d'un service de mise à disposition d'ordinateurs, il n'est pas nécessaire d'entreposer les machines entre deux élections.

Inconvénient de l'utilisation d'un ordinateur standard :

- Ce type d'ordinateur contient souvent des composants matériels qui ne sont pas strictement nécessaires pour les besoins du vote électronique tels que, par exemple, une interface de réseau sans fil. Il incombe alors à l'administrateur systèmes (voir ci-dessous) de désactiver les composants superflus.

CD-ROM de démarrage avec le système d'exploitation et le logiciel électoral

Les ordinateurs de vote utilisent une version « logiciel libre » du système LINUX. Des CD-ROMs de démarrage contenant ce système et le logiciel électoral⁴ seront distribués aux présidents des bureaux de vote, des Centres de Lecture de Bulletins, des Centres de Déchiffrement de Bulletins et des Premiers Centres de Totalisation. Les CD-ROMs de démarrage sont conçus spécifiquement (c'est-à-dire : simplifiés) pour être utilisés dans les isolects, les Centres de Lecture de Bulletins, les Centres de Déchiffrement de Bulletins et les Premiers Centres de Totalisation⁵. Les CD-ROMs de démarrage ne contiennent que le système d'exploitation, le logiciel électoral et les fichiers de configuration nécessaires pour toute la période électorale (avant, pendant et après le vote), c'est-à-dire pour émettre les votes, lire les bulletins, déchiffrer les votes enregistrés, calculer les résultats partiels et finals. Aucune information secrète (par exemple : clés privées de déchiffrement des Centres de Déchiffrement de Bulletins) n'est enregistrée sur ces CD-ROMs. Les informations secrètes sont

⁴ Le terme « logiciel électoral » fait référence aux combinaisons de tous les logiciels et de tous les fichiers de configuration nécessaires pour une élection : le logiciel des ordinateurs de vote, le logiciel de lecture de bulletins dans les Centres de Lecture de Bulletins, le logiciel de déchiffrement pour les Centres de Déchiffrement de Bulletins, le logiciel de totalisation pour les Centres de Totalisation.

⁵ La spécification des ordinateurs des Centres de Totalisation de plus haut niveau sort du cadre de ce document. Comme la fonctionnalité de ces ordinateurs n'est guère différente de celle des ordinateurs des Premiers Centres de Totalisation, le même matériel devrait pouvoir être utilisé.

enregistrées sur des supports externes tels que cartes à puce ou modules de sécurité.

Les Autorités en charge des élections doivent attribuer le rôle d'**administrateur systèmes** à une personne bien définie qui créera les CD-ROMs de démarrage. Cette personne aura également la responsabilité de produire une version adaptée du système d'exploitation et d'assurer l'installation et la gestion du logiciel électoral et de sa configuration. La crédibilité et la compétence de cette personne sont des éléments cruciaux pour l'initialisation, la fiabilité et la crédibilité du système de vote électronique.

Après la création (et la vérification) du CD-ROM de démarrage, il faudra reproduire ce CD-ROM en un nombre suffisant d'exemplaires pour qu'il puisse être distribué aux destinataires, les présidents des bureaux de vote, des Centres de Lecture de Bulletins, des Centres de Déchiffrement de Bulletins et des Centres de Totalisation. Les sections suivantes fournissent plus de détails sur cette procédure.

Quelques exemples d'ordinateurs standard

Il existe de nombreux modèles d'ordinateurs de faible encombrement qui sont disponibles commercialement. En voici une liste non exhaustive (et susceptible de modifications rapides) :

- PL-01030 de Win Enterprises (http://www.win-enterprises.com/index.php?option=com_content&task=view&id=125&Itemid=59)
- Mini PCs de Avalue Technology Inc (http://www.avalu.com.tw/Box_Computer/mini_pc.cfm)
- Tiny PC Low Cost Embedded system de TK (<http://www.ewayco.com/51-embedded-systems-100-PC-mini-ITX-low-cost/01-embedded-systems-100-pc-mini-itx-low-cost.html>)

Le *système informatique recommandé* pour les isoloirs se compose d'un micro-ordinateur (sans ventilateurs) avec uniquement la connectique nécessaire pour l'application du vote électronique : deux connecteurs USB (pour le lecteur de carte à puce et pour une clé mémoire USB), un port parallèle ou USB supplémentaire pour l'imprimante, un connecteur VGA pour l'écran, un connecteur audio pour les malvoyants, etc. La **Error! Reference source not found.** illustre les composants de base d'une telle configuration.

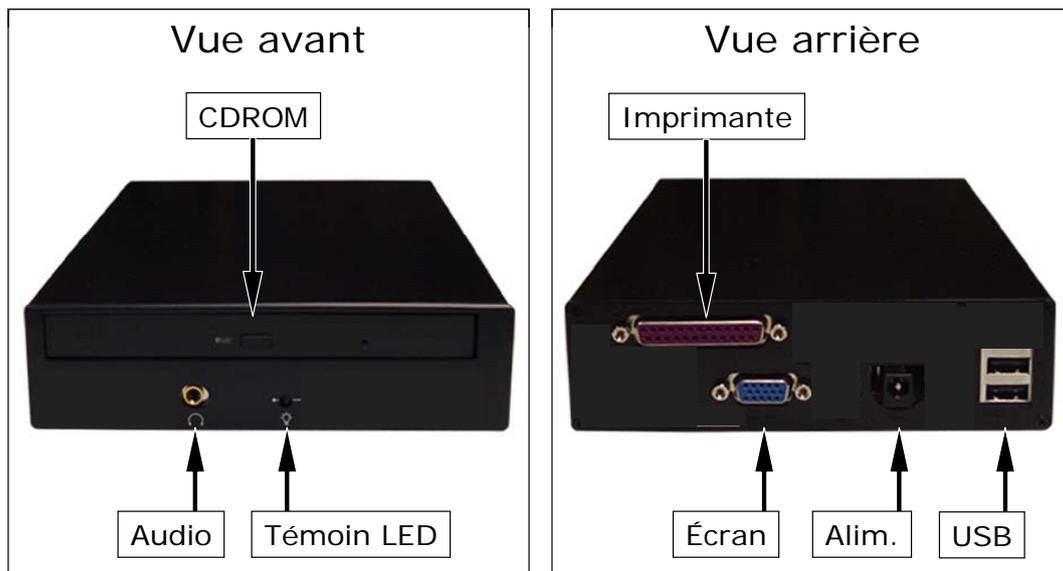


Figure 13: Détails d'un mini-ordinateur de vote avec les différents connecteurs

Indication de prix pour le Mini PC de Win Enterprises

Le prix unitaire pour un PL-01030 est de 385 USD (information obtenue à l'URL <http://www.embeddedstar.com/weblog/2007/02/04/pl-01030-embedded-computer/>). Il est possible d'obtenir des réductions pour quantités.

Indication de prix pour le Mini PC de Avalue Technology

Aucun prix n'a pu être déterminé.

Indication de prix pour le Mini PC de TK

Le prix unitaire pour un TK Tiny PC est de 189 USD (information obtenue à l'URL <http://www.ewayco.com/51-embedded-systems-100-PC-mini-ITX-low-cost/11-tk-800mhz-low-cost-pc-embedded-system.html>)

Il est possible d'obtenir des réductions pour quantités.

Le dispositif d'affichage et d'entrée-sortie de l'isoloir

La communication entre l'ordinateur de vote et l'électeur se fait par le biais d'un écran normal, d'un écran tactile ou d'un lecteur Braille pour les électeurs malvoyants.

Le dispositif d'affichage peut être combiné avec un dispositif de pointage : un écran cathodique avec un photostyle (« crayon lumineux »), un écran LCD (à cristaux liquides) avec un stylet inductif. Le choix du dispositif d'affichage dépend en grande mesure du choix du dispositif de pointage : différentes options sont analysées plus loin.

Les systèmes de vote électronique en usage en Belgique à l'heure actuelle utilisent un photostyle (« light pen » ou crayon-lecteur), avec lequel l'utilisateur peut indiquer des choix sur l'écran. Un photostyle est un dispositif d'entrée sous la forme d'un crayon possédant un détecteur de lumière, qui est utilisé en conjonction avec le moniteur à écran cathodique de l'ordinateur de vote. Avec un photostyle, l'utilisateur peut sélectionner des objets affichés sur l'écran ou même dessiner sur l'écran ; c'est similaire à ce que l'on peut faire avec un écran tactile, mais avec une bien meilleure précision. Un photostyle ne fonctionne qu'avec un écran cathodique, mais pas avec un

écran LCD, un projecteur ou d'autres types d'affichage.⁶ Il faut noter que la popularité des écrans cathodiques est en baisse rapide et qu'il n'y a plus guère qu'un seul fabricant majeur aux USA : la société Fastpoint⁷.

Pour la prochaine génération de machines à voter, il faut se passer du photostyle puisque les écrans cathodiques ne sont presque plus utilisés dans les ordinateurs récents. Il est donc proposé d'utiliser un écran tactile pour permettre à l'utilisateur d'interagir avec l'ordinateur de vote. Le logiciel présente alors une grille avec des zones sensibles organisée selon une structure logique de menus. Le menu principal affiche les scrutins (s'il y en a plusieurs ce jour-là). Après avoir sélectionné le scrutin, l'électeur se voit proposer la liste des partis en présence. Une fois son choix de parti effectué, la liste des candidats de ce parti est affichée et l'électeur peut sélectionner des candidats. Chacun des écrans affichés doit respecter les recommandations en matière d'utilisabilité qui figurent plus loin dans ce document : l'électeur doit avoir la possibilité d'annuler un vote à tout moment, il doit pouvoir revenir en arrière, etc.

Les écrans tactiles coûtent de l'ordre de 200 Euros en petites quantités.

L'imprimante

Chaque isoloir est équipé d'une imprimante qui imprime le bulletin de vote. Chacun des deux types de bulletins envisagés (code à barres et puce RFID) impose des exigences spécifiques. Le bulletin à code à barres peut être produit par n'importe quelle imprimante communément disponible. Le bulletin à puce RFID exige, quant à lui, une imprimante à souches ou à tickets munie d'un module RFID. Le module RFID remplit deux fonctions : il détecte la présence d'un bulletin de vote pour permettre l'amorçage du processus de vote par l'électeur et il enregistre le(s) vote(s) émis (sous forme chiffrée) dans la puce RFID incorporée dans le bulletin.

Le texte lisible par un être humain est imprimé sur une imprimante qui traite des feuilles libres ou un ruban de feuilles (qu'il faut alors découper après l'impression). Il existe plusieurs types d'imprimantes qui pourraient être utilisées :

1. les imprimantes pour tickets de train ou billets d'avion,
2. les imprimantes à étiquettes,
3. les imprimantes qui impriment des tickets de caisse dans les magasins,
4. les imprimantes à laser traditionnelles
5. les imprimantes à souches à module RFID.

Les imprimantes du premier type sont très robustes : elles ont un MTBF (temps moyen entre deux pannes) élevé ; elles comportent un magasin interne susceptible de contenir 1.000 tickets vierges ; elles fonctionnent de manière entièrement automatique : à la fin de l'impression, le bulletin tombe dans un réceptacle d'où l'électeur peut aisément l'extraire afin de l'examiner. Ce type d'imprimantes de grande qualité est plutôt onéreux : il faut compter de l'ordre de 2.000 Euros. Moyennant un surcoût, il est possible de munir ces imprimantes d'un lecteur de codes à barres ou d'un module RFID qui permet de confirmer que le code à barres imprimé sur le bulletin est effectivement lisible et encodé correctement ou d'enregistrer le(s) vote(s) émis dans la puce RFID. La figure ci-dessous illustre ce type d'imprimante :

⁶ <http://en.wikipedia.org/wiki/Lightpen>

⁷ <http://www.fastpoint.com/main.html>



Figure 14: Imprimante à tickets, utilisable à la fois pour les codes à barres et les puces RFID

Les imprimantes à étiquettes forment une deuxième catégorie envisageable. Les étiquettes ont toutes la même taille fixe et peuvent être fournies en rouleau ou dans un réservoir comme pour les imprimantes à tickets. Les imprimantes de ce type ont un prix de l'ordre de 700 Euros. La figure ci-dessus en donne un exemple :



Figure 15: Imprimante à étiquettes

Les imprimantes du troisième type sont moins robustes que les précédentes : elles sont plus susceptibles de mal fonctionner. Elles utilisent un ruban de papier fourni sous la forme d'un rouleau ; une guillotine fait en sorte que le bulletin puisse être aisément détaché de l'imprimante par l'électeur lui-même après impression. Après avoir été détaché, le bulletin aura tendance à reprendre sa forme originale et à s'enrouler sur lui-même. Ce type d'imprimante est relativement bon marché : il faut compter de l'ordre de 300 Euros en petites quantités. La figure suivante donne un exemple de ce type d'imprimantes :



Figure 16: Imprimante à ruban papier

Le quatrième type d'imprimante qui peut être envisagé se compose des imprimantes traditionnelles à laser, qui prennent des feuilles volantes : ce sont des produits commerciaux bien connus. Leur réservoir à feuilles peut contenir de l'ordre de 150 feuilles. Ces imprimantes sont peu coûteuses : moins de 200 Euros en petites quantités. La figure ci-dessus illustre ce type d'imprimantes :



Figure 17: Imprimante laser typique

Le cinquième type d'imprimante convient pour les bulletins de vote à puce RFID. Cette imprimante possède un module RFID qui est capable de détecter la présence de la puce RFID incorporée dans un bulletin lorsque celui-ci est inséré dans l'imprimante. Ces imprimantes sont assez coûteuses : de l'ordre de 800 Euros en petites quantités.



Figure 18: Imprimante à souches avec module RFID

5.2.4.2 Le cycle de vie des ordinateurs : bureaux de vote, Centre de Lecture de Bulletins, Centres de Déchiffrement de Bulletins, Premiers Centres de Totalisation

Démarrage des ordinateurs à partir des CD/DVD-ROMs

Les systèmes informatiques utilisés dans les isoloirs, les Centres de Lecture de Bulletins, les Centres de Déchiffrement de Bulletins et les Premiers Centres de Totalisation utilisent le même matériel informatique: un mini-ordinateur sans disque et sans autre mémoire permanente de stockage de masse. Ces ordinateurs démarrent à partir d'un lecteur de CD-ROM ou de DVD-ROM, ce qui supprime le besoin d'initialiser ces machines. Les CD-ROMs de démarrage contiennent le système d'exploitation des ordinateurs, le logiciel électoral et les fichiers de configurations nécessaires pour le processus des élections.

Les CD-ROMs de démarrage sont configurés spécifiquement pour leur utilisation dans les isoloirs, les Centres de Lecture de Bulletins, les Centres de Déchiffrement de Bulletins et les Premiers Centres de Totalisation : ils contiennent uniquement ce qui est nécessaire pour permettre à un électeur de voter, aux Centres de Lecture de Bulletins de lire les votes chiffrés, aux Centres de Déchiffrement de Bulletins de déchiffrer les votes et aux Premiers Centres de Totalisation de traiter les informations produites par les Centres de Déchiffrement de Bulletins.

Aucune information secrète n'est enregistrée en clair sur ces CD-ROMs. L'information de nature sensible en ce qui concerne la confidentialité est enregistrée sous forme chiffrée en utilisant les références de démarrage (« boot credentials ») du président du bureau de vote ou du Centre où le CD-ROM sera utilisé. L'information confidentielle qui est nécessaire pendant le jour des élections, par exemple pour

permettre à un Centre de Déchiffrement de Bulletins de déchiffrer les votes chiffrés est enregistrée sur un support persistant tel qu'une carte à puce ou un module matériel de sécurité (HSM – Hardware Security Module).

Une telle organisation réduit considérablement la charge d'installation et de gestion des milliers d'ordinateurs qui seront utilisés pendant les scrutins. Les ordinateurs de vote tout comme les ordinateurs des Centres de Lecture de Bulletins, des Centres de Déchiffrement de Bulletins et des Premiers Centres de Totalisation sont démarrés avec le même CD-ROM (bien qu'il soit évidemment possible de produire des CD-ROMs spécifiques pour les différents rôles). Ceci est rendu possible par l'utilisation de fichiers de configuration propres aux différents endroits où les CD-ROMs sont utilisés. Chaque fichier de configuration est chiffré (par exemple : en utilisant l'algorithme AES) avec une clé de chiffrement différente. Les références de démarrage (voir plus loin) dont dispose le président d'un bureau de vote ou d'un des différents Centres contiennent l'information nécessaire pour permettre au logiciel de sélectionner le fichier de configuration adéquat pour le rôle que doit jouer l'ordinateur en question ; de plus, elles contiennent la clé qui permet le déchiffrement de ce fichier de configuration. Un jeu de références de démarrage permet d'activer un seul fichier de configuration.

Exemple: Supposons qu'il soit décidé d'initialiser les CD-ROMs des ordinateurs de vote de telle manière qu'ils puissent être utilisés dans n'importe quel arrondissement électoral de Flandre Orientale et de Flandre Occidentale. Pour chacun des bureaux de vote de ces arrondissements, un fichier de configuration approprié est préparé et chiffré en utilisant une clé de chiffrement différente. Tous ces fichiers de configuration sont chargés sur les CD-ROMs qui seront fournis aux présidents des bureaux de vote des deux provinces et qui permettront le démarrage des ordinateurs de vote. Chaque président de bureau de vote reçoit des références de démarrage spécifiques pour son bureau. Lorsque le président d'un bureau de vote situé à Gand (par exemple) utilise le CD-ROM pour démarrer les ordinateurs de vote installés dans son bureau de vote, il présente ses références de démarrage à chacun de ces ordinateurs de vote ; le logiciel électoral déchiffre et charge le fichier de configuration pour ce bureau de Gand, c'est-à-dire la liste des partis et des candidats pour l'arrondissement de Gand.

Le fichier de configuration d'un ordinateur de vote est différent pour chaque bureau de vote. Ce fichier détermine la liste des scrutins, des partis et des candidats qui seront affichés pour l'électeur dans l'isoloir. Ce fichier de configuration spécifie également la mise en page des écrans qui seront affichés et la mise en page du bulletin de vote. Le CD-ROM de démarrage est initialisé avec les fichiers de configurations spécifiques aux différents endroits où les ordinateurs de vote seront utilisés. Le fichier de configuration d'un ordinateur de vote destiné aux malvoyants peut, par exemple, utiliser une mise en page différente pour les écrans que celle des autres ordinateurs de vote. La mise en page des écrans de vote est conçue conformément aux lignes directrices qui sont décrites à la section 5.6.1.5. Enfin, le fichier de configuration spécifie quelles références de démarrage sont nécessaires pour activer l'ordinateur de vote.

Références de démarrage (« boot credentials »)

Chaque président de bureau de vote doit recevoir, avant le jour de l'élection, les **références de démarrage** secrètes qui correspondent aux ordinateurs de vote de son bureau. Ces références déterminent quels fichiers de configuration qui se trouvent sur le CD-ROM de démarrage seront activés dans l'ordinateur de vote le jour des élections.

Les références de démarrage peuvent consister en une phrase secrète qui doit être introduite à l'aide d'un clavier affiché sur l'écran tactile ou elles peuvent consister en une carte à puce avec code PIN si l'ordinateur est muni d'un lecteur approprié. Quel que soit le choix retenu, les présidents des bureaux de vote doivent avoir obtenu les références de démarrage appropriées pour leurs bureaux de vote avant le jour des élections.

Une procédure similaire est suivie pour fournir les références de démarrage appropriées aux présidents des Centres de Lecture de Bulletins, des Centres de Déchiffrement de Bulletins et des Premiers Centres de Totalisation afin de leur permettre de démarrer les ordinateurs de leurs Centres avec les fichiers de configuration nécessaires.

Les différents rôles dans la création et l'utilisation des CD-ROMs de démarrage pour le jour des élections

Trois rôles doivent être distingués :

1. L'**administrateur systèmes** prépare le CD-ROM de démarrage :
 - supprime de l'image de ce CD-ROM toutes les informations et tous les composants logiciels qui ne sont pas nécessaires pour le processus électoral ;
 - applique les mises à jour de sécurité au système d'exploitation et désactive tous les composants matériels et les services non nécessaires ;
 - charge le logiciel électoral dans l'image du CD-ROM ;
 - reçoit les fichiers de configuration du logiciel électoral de l'initialisateur et les charge dans l'image du CD-ROM ;
 - vérifie la conformité du système d'exploitation, du logiciel électoral et des fichiers de configuration.
2. L'**initialisateur**:
 - crée les versions adéquates des fichiers de configuration pour les différents composants du logiciel électoral ;
 - fournit ces fichiers de configuration à l'administrateur systèmes.
3. Le **distributeur** :
 - transporte les ordinateurs vers les bureaux de vote, les Centres de Lecture de Bulletins, les Centres de Déchiffrement de Bulletins et les Premiers Centres de Totalisation ;
 - envoie les CD-ROMs de démarrage aux présidents des bureaux de vote, des Centres de Lecture de Bulletins, des Centres de Déchiffrement de Bulletins et des Premiers Centres de Totalisation.

Étapes menant à l'utilisation des ordinateurs le jour des élections

La Figure 19 illustre les différentes étapes qui sont nécessaires pour préparer les CD-ROMs de démarrage qui seront utilisés le jour des élections ainsi que les étapes nécessaires pour acquérir, distribuer et utiliser les ordinateurs qui seront utilisés le jour des élections. Chaque couleur se rapporte à une phase différente de ce cycle de vie.

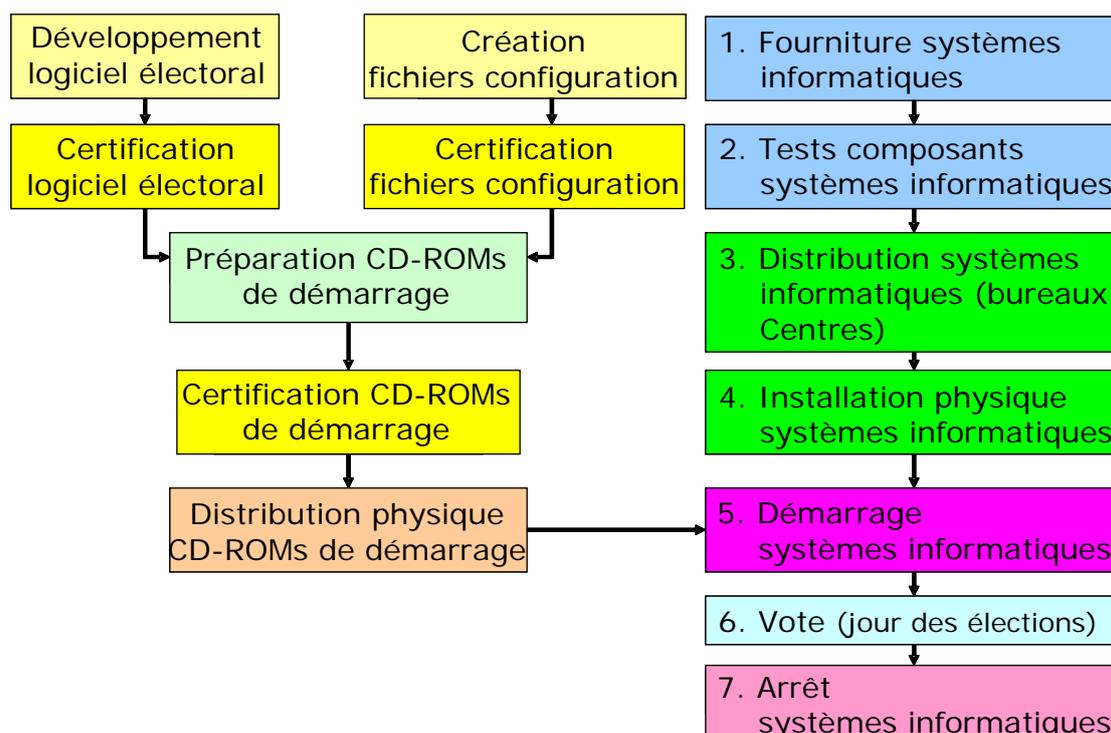


Figure 19: Étapes menant à l'utilisation des ordinateurs le jour des élections

Deux processus se déroulent en parallèle : d'une part, le développement, la vérification et la certification du logiciel électoral et des fichiers de configuration ; d'autre part, l'acquisition, la vérification et la distribution des systèmes informatiques. Une fois le logiciel électoral et les fichiers de configuration dûment certifiés, ils sont inclus dans les CD-ROMs de démarrage qui seront distribués aux présidents des bureaux de vote, des Centres de Lecture de Bulletins, des Centres de Déchiffrement de Bulletins et des Premiers Centres de Totalisation.

Le second processus se déroule comme suit :

1. Fourniture des systèmes informatiques

Le **fournisseur** des systèmes informatiques (ordinateurs) qui seront utilisés pendant les élections livre un dispositif qui comporte les interfaces d'entrées/sorties suivantes :

- interface pour dispositif d'affichage (écran) ;
- interface pour lecteur Braille (pour les ordinateurs qui seront utilisés par des électeurs malvoyants) ;
- interface pour imprimante ;
- interface pour lecteur de cartes à puce (pour les ordinateurs qui seront utilisés dans les bureaux de vote fonctionnant avec des bulletins à code à barre et pour les ordinateurs qui seront utilisés dans les Centres de Lecture de Bulletins, les Centres de Déchiffrement de Bulletins et les Premiers Centres de Totalisation) ;
- interface pour lecteur de codes à barres ou pour lecteur de puces RFID pour les ordinateurs qui seront utilisés dans les Centres de Déchiffrement de Bulletins.

Ce fournisseur sera obligé de désactiver de manière permanente d'éventuelles autres interfaces qui ne sont nécessaires ni pour l'installation, ni pour le vote

(par exemple : interfaces réseau).

2. Test des composants des systèmes informatiques

Tous les composants des systèmes informatiques livrés sont vérifiés afin d'évaluer la qualité du service offert par le fournisseur. Cette procédure inclut la modification des réglages du BIOS afin de ne permettre le démarrage qu'à partir du lecteur de CD-ROM.

3. Distribution des systèmes informatiques

Le distributeur des systèmes informatiques livre les ordinateurs correctement configurés aux différents endroits où ils seront utilisés : communes, Centres de Lecture de Bulletins, Centres de Déchiffrement de Bulletins et Premiers Centres de Totalisation. Ainsi qu'expliqué plus haut (voir la section 5.2.4.2.1), cette étape est grandement facilitée par le fait que les ordinateurs peuvent être utilisés dans n'importe quel bureau ou Centre impliqué dans le processus électoral.

4. Installation des systèmes informatiques

Le dispositif d'affichage (écran), l'imprimante et les autres dispositifs auxiliaires (lecteur de cartes à puces, lecteur de codes à barres, etc.) doivent être connectés correctement à l'ordinateur. Les cordons d'alimentation doivent être branchés dans les prises appropriées. Les connecteurs utilisés doivent faciliter les branchements corrects et permettre de détecter aisément les branchements incorrects. A la fin de cette installation, un test de fonctionnalité est effectué afin de vérifier que les différents dispositifs (écran, lecteur de cartes à puces, lecteur de codes à barres, lecteur de puces RFID et imprimante) fonctionnent correctement et que l'imprimante a été préchargée avec le papier nécessaire.

5. Démarrage des systèmes informatiques le jour des élections

Seul le président d'un bureau de vote ou d'un Centre est en mesure d'activer les ordinateurs de son bureau ou de son Centre en utilisant le CD-ROM et la référence de démarrage reçus avant le jour de l'élection.

Lorsqu'un ordinateur est mis ou remis sous tension, le président du bureau de vote ou du Centre où cet ordinateur est utilisé doit (re)présenter sa référence de démarrage, à défaut de quoi le logiciel présent sur le CD-ROM de démarrage refusera d'effectuer la moindre opération. Une fois activé par la présentation d'une référence de démarrage correcte, l'ordinateur exécute un test automatique pour vérifier le bon fonctionnement de tous ses composants (écran, lecteur de cartes à puce, lecteur de codes à barres, lecteur de puces RFID, écran, imprimante, etc.). Ce test vérifie également l'intégrité des fichiers de configuration.

6. Vote

Cette partie du processus est décrite en détail par ailleurs.

7. Désactivation des systèmes informatiques

La désactivation des systèmes informatiques se fait à la fin des opérations le jour des élections. Tous les ordinateurs sont rassemblés dans la commune ou à un niveau supérieur et une opération est effectuée en vue de les remettre dans leur état initial (BIOS dans l'état « sortie d'usine »). Après cette opération, les ordinateurs peuvent être soit entreposés dans un lieu sécurisé, soit réaffectés.

5.3 Composants de base du système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport

Trois composants de base du système de vote décrit ici doivent encore être présentés : les **références de démarrage** utilisées par les présidents des bureaux de vote pour démarrer les ordinateurs de vote, les **jetons de vote** remis à chaque électeur dûment identifié et les **bulletins de vote** imprimés par les ordinateurs de vote lorsque les électeurs confirment définitivement leurs votes.

5.3.1 Références de démarrage pour les ordinateurs de vote

Une référence de démarrage pour un ordinateur de vote peut être soit un mot de passe à introduire par l'écran tactile, soit la combinaison d'une carte à puce et d'un code PIN que le président du bureau de vote reçoit (par courriers séparés) quelques jours avant la date des élections. Si c'est cette dernière solution qui est retenue, le président doit d'abord introduire la carte à puce dans le lecteur de cartes à puce de l'ordinateur de vote et ensuite introduire son code PIN par le biais d'un clavier affiché sur l'écran tactile.

De toutes manières, il faut que chaque président de bureau de vote reçoive la référence de démarrage de manière confidentielle quelques jours avant la date des élections.

5.3.2 Jeton de vote pour l'électeur

Le président du bureau de vote remet à chaque électeur un jeton de vote qui est nécessaire pour amorcer le processus de vote sur l'ordinateur de vote dans l'isoloir. Aucun ordinateur de vote n'entamera ce processus s'il n'a pas été activé par un jeton de vote correct. Ceci permet d'empêcher un même électeur de voter plusieurs fois, car un jeton ne permet qu'un seul vote.

Un jeton de vote est à chaque instant dans un des trois états distincts suivants :

- PAS_ENCORE_UTILISÉ_POUR_LE_VOTE
- VOTE_EN_COURS_D'IMPRESSION
- DÉJÀ_UTILISÉ_POUR_LE_VOTE.

Il existe deux options pour le jeton de vote :

- le jeton de vote est indépendant du bulletin de vote : il est réalisé par une carte à puce qui doit être insérée par l'électeur dans le lecteur de cartes à puce de l'ordinateur de vote pour amorcer le processus de vote ;
- le jeton de vote est réalisé par le bulletin lui-même : dans ce cas, l'électeur introduit le bulletin vierge reçu du président du bureau de vote dans l'imprimante de l'ordinateur de vote pour amorcer le processus de vote.

Si le bureau de vote utilise des cartes à puce comme jetons de vote, le président reçoit un jeu de cartes à puce permettant d'amorcer le processus de vote ; ces cartes sont initialisées dans l'état PAS_ENCORE_UTILISÉ_POUR_LE_VOTE. Chaque électeur dûment reconnu comme tel reçoit une seule carte à puce pour voter. A la fin du processus, lorsque l'électeur confirme son vote, l'ordinateur de vote modifie l'état de la carte en VOTE_EN_COURS_D'IMPRESSION, après quoi il imprime le bulletin de vote à code à barres. Une fois l'impression terminée, l'ordinateur de vote modifie l'état en DÉJÀ_UTILISÉ_POUR_LE_VOTE, ce qui désactive le jeton. Bien entendu, l'ordinateur de vote refusera d'amorcer le processus de vote si l'état du jeton qui lui est présenté n'est pas PAS_ENCORE_UTILISÉ_POUR_LE_VOTE.

Aucun lien n'existe et ne peut être établi entre la carte à puce (le jeton de vote) et le bulletin imprimé à la fin de la procédure : la carte à puce n'est utilisée que pour garantir qu'un électeur ne pourra jamais produire plus qu'un seul bulletin de vote. Ceci rend impossible tout lien entre une carte à puce et un bulletin particulier.

Si le bureau de vote utilise des bulletins à puce RFID comme jetons de vote, le président reçoit un jeu de bulletins vierges à puces RFID incorporées dont les puces sont initialisées dans l'état PAS_ENCORE_UTILISÉ_POUR_LE_VOTE et, s'il a été décidé d'utiliser des enveloppes pour protéger le secret du vote, un jeu d'enveloppes. Chaque électeur dûment reconnu comme tel reçoit un seul bulletin vierge et, le cas échéant, une seule enveloppe. Le processus de vote est amorcé dès que le logiciel de l'ordinateur de vote détecte la présence du bulletin vierge dans l'imprimante. A la fin du processus, lorsque l'électeur confirme son vote, l'ordinateur de vote modifie l'état de la puce du bulletin en VOTE_EN_COURS_D'IMPRESSION, après quoi il imprime le bulletin de vote et enregistre le vote dans la puce RFID. Une fois l'impression terminée, l'ordinateur de vote modifie l'état de la puce en DÉJÀ_UTILISÉ_POUR_LE_VOTE. Après avoir confirmé que ce qui est imprimé sur le bulletin correspond bien au vote émis, l'électeur plie le bulletin ou l'insère dans l'enveloppe, ce qui garantit que le vote n'est pas accessible à des personnes non autorisées. Si l'électeur devait présenter un bulletin dont la puce RFID n'est pas dans l'état PAS_ENCORE_UTILISÉ_POUR_LE_VOTE, le logiciel de l'ordinateur de vote indiquera cet état de fait à l'électeur et l'empêchera de voter.

5.3.3 Bulletin de vote en papier

Le bulletin de vote est imprimé par l'imprimante dans l'isoloir comme indiqué plus haut. Si le bulletin de vote fait office de jeton de vote, c'est sur ce bulletin (introduit dans l'imprimante par l'électeur lui-même) que le vote sera imprimé (voir Figure 3). Si l'on utilise une carte à puce comme jeton de vote, le bulletin sera imprimé soit sur un ticket similaire à un ticket de train ou à un billet d'avion, soit sur un ruban en papier similaire à ceux utilisés dans les caisses de magasins (voir Figure 2). Le détail de ce qui est imprimé dans les deux cas est décrit plus loin, mais peut être résumé comme suit :

- (i) un texte lisible par un être humain, avec la liste des partis et des candidats pour lesquels l'électeur a émis un vote,
- (ii) une partie traitable par ordinateur, qui représente exactement la même information que celle contenue dans le texte, mais sous forme chiffrée ; cette partie du bulletin permet une lecture aisée des bulletins à l'issue de la période dévolue au vote.

L'électeur est invité à examiner la partie lisible par un être humain pour confirmer que ce qui est imprimé correspond aux votes émis grâce à l'ordinateur de vote.

Dans le cas où on utilise une carte à puce comme jeton de vote, après la vérification, l'électeur plie le bulletin selon la ligne verticale en pointillés. Il en résulte un bulletin plié. Pour s'assurer que le bulletin ne s'ouvre pas spontanément, il est possible de prévoir un pliage double ou d'utiliser une fermeture autocollante comme pour certains types d'enveloppes (« Redi-strip »). C'est ce second choix qui est préférable avec une imprimante à tickets, car ces tickets ont une taille fixe et l'imprimante peut traiter un ruban de tickets de cette nature. S'il l'on n'utilise pas ce type d'imprimantes, la fermeture autocollante n'est pas possible ; dans ce cas, il faut prévoir un pliage différent, avec deux plis pour éviter une ouverture spontanée du bulletin plié. Si l'urne n'est pas transparente, le problème de l'ouverture spontanée n'est sans doute pas rédhibitoire.

Dans le cas où le bulletin de vote fait office de jeton de vote, après la vérification, l'électeur plie le bulletin ou l'insère dans l'enveloppe fournie, selon les cas.

Après pliage ou insertion dans l'enveloppe, l'électeur soumet ce bulletin ou cette enveloppe au président pour que celui-ci confirme l'absence de marques non autorisées sur l'extérieur de ce qui lui est présenté. S'il n'y a effectivement aucune marque non autorisée, le président rend le bulletin plié ou l'enveloppe contenant le bulletin à l'électeur, qui l'introduit dans l'urne.

S'il le souhaite, l'électeur peut, avant d'introduire son bulletin (avec ou sans enveloppe) dans l'urne, utiliser un lecteur de codes à barres ou un lecteur de puces RFID (selon les cas) pour vérifier que l'information enregistrée sur le bulletin dans la partie traitable par ordinateur (code à barres ou puce RFID) est techniquement lisible (non endommagée) et qu'elle pourra donc bien être exploitée à l'issue de la période dévolue au vote le jour des élections. Si un problème de lecture est détecté, le bulletin est annulé et l'électeur est invité à recommencer la procédure de vote.

L'information enregistrée sur le bulletin dans la partie traitable par ordinateur (code à barres ou puce RFID) est chiffrée pour empêcher tout accès non autorisé aux votes émis, par exemple si une tierce partie arrivait à prendre une photo du code à barres ou à lire le contenu de la puce RFID avec un lecteur personnel. Le chiffrement est effectué avec la clé publique de chiffrement du Centre de Déchiffrement de Bulletins auquel le bureau de vote est associé. Ceci garantit que seul ce Centre est en mesure de déchiffrer les votes émis. Il incombe aux autorités ayant en charge l'organisation des scrutins de produire de manière sécurisée les paires de clés (publique, privée) des différents Centres de Déchiffrement de Bulletins. Cette génération de clés doit impérativement se faire dans un environnement sécurisé pour empêcher le déchiffrement des votes par des personnes non autorisées.

L'intégrité des votes enregistrés sur le bulletin dans la partie traitable par ordinateur (code à barres ou puce RFID) est protégée par une signature numérique calculée par l'ordinateur de vote à l'aide d'une clé privée de signature propre au bureau de vote. Tous les ordinateurs de vote d'un même bureau de vote partagent la même clé privée de signature, pour qu'il ne soit pas possible de lier un bulletin à un ordinateur de vote spécifique, donc à un isoloir. Cette signature empêche également l'injection dans le circuit de bulletins qui n'auraient pas été produits dans un des bureaux de vote, c'est-à-dire : des bulletins frauduleux. Les autorités ayant en charge l'organisation des scrutins doivent fournir les clés privées de signature aux initialisateurs des fichiers de configuration enregistrés sur les CD-ROMs de démarrage, car ces clés doivent être enregistrées dans le fichier de configuration de chaque bureau de vote. Ce fichier de configuration est lui-même chiffré (en utilisant l'algorithme AES) avec une clé dérivée des références de démarrage du président du bureau de vote.

Notons que le fait de signer les informations enregistrées sur les bulletins dans la partie traitable par ordinateur (code à barres ou puce RFID) ne compromet pas le secret du vote puisque tous les ordinateurs de vote d'un même bureau utilisent la même clé privée de signature, qui crée donc un lien entre le bulletin de vote et le bureau de vote, mais pas avec l'isoloir dans lequel le bulletin a été produit et donc certainement pas avec l'électeur qui a émis le vote.

5.4 L'urne

L'urne récolte les bulletins produits par les ordinateurs de vote suite aux votes émis par les électeurs dans les isoloirs du bureau de vote. Si l'on utilise des bulletins à code à barres, il n'est pas impossible que ces bulletins auront tendance à se déplier

spontanément et il ne faut donc pas utiliser d'urnes transparentes. Le modèle d'urne doit être conforme aux stipulations des arrêtés royaux et ministériels relatifs à l'équipement à utiliser pour les élections.

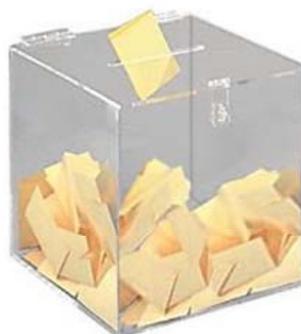
Ainsi que mentionné plus haut, l'électeur a la possibilité d'utiliser un lecteur de codes à barres ou un lecteur de puces RFID (selon les cas) pour vérifier que l'information enregistrée sur le bulletin dans la partie traitable par ordinateur (code à barres ou puce RFID) est techniquement lisible (non endommagée) et qu'elle pourra donc bien être exploitée à l'issue de la période dévolue au vote le jour des élections. Si c'est le cas, il peut déposer son bulletin dans l'urne sans aucune crainte. Si ce n'est pas le cas, il faut poser un diagnostic sur les causes du problème de lecture et prendre les mesures nécessaires pour le corriger. Si le problème est de nature technique, l'électeur reçoit un nouveau jeton de vote et est invité à recommencer la procédure de vote.

Soulignons que la vérification de la « lisibilité » de l'information enregistrée sur le bulletin dans la partie traitable par ordinateur ne compromet en rien le secret du vote, car cette information est chiffrée de façon à ne pouvoir être déchiffrée que par le Centre de Déchiffrement de Bulletins auquel le bureau de vote est associé.

La Figure 20 et la Figure 21 décrivent le matériel nécessaire respectivement dans les cas où l'on utilise des bulletins à code à barres et des bulletins à puce RFID.



Lecteur de codes à barres



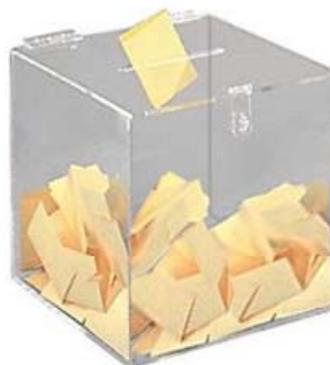
Urne

© George Patton Associates, Inc.

Figure 20: Urne pour bulletins à code à barres



Lecteur RFID



Urne

© George Patton Associates, Inc.

Figure 21: Urne pour bulletins à puce RFID

5.5 Vérification de la validité d'un bulletin

Comme indiqué plus haut, l'électeur a la possibilité de présenter son bulletin à un lecteur de codes à barres ou un lecteur de puces RFID (selon les cas) avant de l'introduire dans l'urne.

Ce lecteur (non connecté) n'enregistre aucune information à partir de la partie traitable par ordinateur du bulletin de vote. Rappelons que l'information enregistrée sur le bulletin est chiffrée par une clé qui ne permet le déchiffrement que par le Centre de Déchiffrement de Bulletins associé au bureau de vote.

La vérification ainsi effectuée permet d'éviter la perte de votes puisque d'éventuelles anomalies de fonctionnement du dispositif (mauvaise impression du code à barres, puce RFID inaccessible, etc.) sont détectées au bureau de vote plutôt qu'au Centre de Lecture de Bulletins.

5.6 Détail des procédures

Cette section décrit les procédures relatives à la préparation des CD-ROMs de démarrage qui seront utilisés pour démarrer les ordinateurs dans les bureaux de vote, les Centres de Lecture de Bulletins, les Centres de Déchiffrement de Bulletins et les Premiers Centres de Totalisation.

5.6.1 A faire suffisamment longtemps avant le jour des élections

Avant de pouvoir être utilisés le jour d'une élection, les ordinateurs doivent être acquis ou obtenus, configurés, testés et installés.

5.6.1.1 Acquisition des ordinateurs de vote

En préparation d'une élection, il est nécessaire d'acquérir les ordinateurs de vote, par exemple sous la forme d'un contrat de mise à disposition.

Pendant la fabrication ou la configuration des ordinateurs de vote, le fournisseur peut spécifier les références d'accès (« credentials ») des BIOS des ordinateurs. Ces références consistent typiquement en une paire identifiant / mot de passe qui protègent les fonctionnalités de base des ordinateurs en question, par exemple : l'ordre dans lequel différents périphériques sont sollicités en vue du démarrage (disquette, lecteur de CD-ROM, clé mémoire USB, etc.). Seuls les administrateurs systèmes possédant les références d'accès correctes (paire identifiant / mot de passe) seront autorisés à gérer et à configurer les fonctionnalités matérielles des systèmes informatiques.

5.6.1.2 Conception, développement et validation du logiciel électoral

Le logiciel électoral est l'ensemble de tous les logiciels nécessaires pour les ordinateurs des isolements, des Centres de Lecture de Bulletins, des Centres de Déchiffrement de Bulletins et des (Premiers) Centres de Totalisation. Ce logiciel doit être conçu pour être aussi indépendant que possible d'un scrutin particulier : il gère les entrées soumises par l'utilisateur, il affiche des informations sur le dispositif d'affichage, produit une sortie audio pour les malvoyants et imprime le bulletin qui

constitue la trace papier du vote émis.

Les informations spécifiques propres à chaque scrutin (nombre et noms de chaque scrutin, nombre et noms des partis pour chaque scrutin, noms des candidats, formats d'affichage et mise en page des bulletins imprimés) sont spécifiées dans des fichiers de configuration utilisés par le logiciel électoral.

Le logiciel électoral est donc le cœur du dispositif qui gère le comportement de l'ordinateur de vote pendant le processus de vote.

La création de ce logiciel s'effectue en plusieurs étapes :

- Etape 1. Spécification du logiciel électoral à l'aide de méthodes et d'outils représentant l'état de l'art en la matière.
- Etape 2. Conception du logiciel électoral.
- Etape 3. Validation de la conception par une intervenant externe pour confirmer que la conception répond bien aux spécifications.
- Etape 4. Développement du logiciel électoral.
- Etape 5. Tests et validation du logiciel électoral sur les ordinateurs qui seront utilisés pendant les élections.

Le processus de développement ne passe à l'étape suivante que lorsque l'étape courante s'est terminée avec succès. Si des problèmes sont découverts, on repasse à l'étape précédente. Par exemple, si les tests révèlent des problèmes, on reprend l'étape de développement ; si le développement rencontre des difficultés, on peut être amené à repasser en revue l'étape de conception, ce qui impliquerait une nouvelle validation des changements apportés à la conception, etc.

5.6.1.3 Certification du logiciel électoral

Une fois que le logiciel électoral et les fichiers de configuration ont été testés de manière satisfaisante, la certification externe peut commencer. Ceci peut entraîner une nouvelle itération par les étapes conception – validation – développement.

Une fois le logiciel certifié, son code peut être rendu public. La version certifiée doit être signée numériquement pour éviter les modifications non autorisées.

5.6.1.4 Fichiers de configuration

Les fichiers de configuration d'un ordinateur de vote définissent pour quel(s) scrutin(s) (par exemple : européennes, législatives fédérales, régionales, communales, etc.) l'ordinateur va être utilisé, ainsi que la liste des partis et des candidats pour lesquels il sera possible de voter à l'aide de cet ordinateur. Ces listes peuvent être spécifiques à chaque commune. Par exemple, aux élections communales, c'est le conseil communal qui est élu. Dans ce cas, tous les CD-ROMs de démarrage pour tous les ordinateurs de tous les bureaux de vote de la commune auront le même fichier de configuration.

Le bulletin papier produit à l'issue du processus de vote individuel comporte deux parties : un texte lisible par un être humain et une partie traitable par ordinateur (cfr. la section 5.3.3 ci-dessus). La mise en page de l'affichage et du bulletin papier est également spécifiée par le biais des fichiers de configuration des ordinateurs de vote.

La liste des élections, des partis et des candidats

Le fichier de configuration du logiciel électoral contient la liste des scrutins, des partis

et des candidats pour lesquels les électeurs pourront voter le jour des élections. Ces listes doivent être représentées sous une forme adaptée pour le logiciel électoral, par exemple en les exprimant dans le langage EML (Election Markup Language). Cet encodage peut être automatisé pour le personnel chargé de produire ces listes par le biais de programmes de conversion (à fournir) qui produisent des sorties compatibles avec le logiciel électoral. La spécification détaillée du contenu des listes de scrutins, de partis et de candidats sort du cadre du présent document.

Les clés de chiffrement pour la partie traitable par ordinateur des bulletins de vote

L'initialisateur des fichiers de configuration des ordinateurs de vote inclura dans ces fichiers la clé publique de chiffrement du Centre de Déchiffrement de Bulletins.

Si l'initialisateur a créé une paire de clés de chiffrement pour le Centre de Déchiffrement de Bulletins d'un bureau de vote, il lui faudra également fournir la clé privée de déchiffrement au Centre de Déchiffrement de Bulletins pour permettre à celui-ci de déchiffrer les informations chiffrées créées par les ordinateurs de vote du bureau de vote. La clé publique, quant à elle, devra figurer dans les fichiers de configuration enregistrés sur les CD-ROMs de démarrage des ordinateurs de vote.

Préparation de la clé de signature du bureau de vote

Les Autorités qui ont les élections en charge doivent fournir aux initialisateurs la clé privée de signature qui doit être utilisée dans les ordinateurs de vote des bureaux de vote. La paire de clés (privée, publique) de signature doit être produite dans un environnement sécurisé pour empêcher l'accès aux clés privées, qui permettraient de fabriquer des bulletins frauduleux.

5.6.1.5 Conception de la mise en page des écrans de vote

Les fichiers de configuration du logiciel électoral définissent la mise en page de l'affichage sur les écrans des ordinateurs de vote. Les lignes directrices décrites plus loin doivent être prises en compte à ce propos.

Expression d'un vote

Le système de vote électronique doit être simple à utiliser pour tout électeur qui se présente dans l'isoloir. Les opérations à effectuer pour interagir avec le système et pour émettre un vote doivent être évidentes. Pour faciliter son utilisation, le dispositif peut être amené à fournir des instructions à l'utilisateur. Ces instructions doivent :

- fournir des explications claires, simples et faciles à comprendre, combinées avec des images décrivant l'interface utilisateur du processus de vote ;
- fournir des instructions pour chacune des tâches à exécuter pendant le vote ;
- être lisibles par tous les électeurs ;
- guider l'électeur dans le parcours des différentes étapes du processus de vote ;
- être testées par un ensemble d'électeurs représentatifs avant les élections ;
- fournir des instructions accessibles à tous les électeurs potentiels ;
- établir un lien entre les instructions et les étiquettes désignant les boutons.

Présentation de l'information

Que ce soit sur l'écran ou sur le bulletin imprimé, la présentation de l'information doit être lisible de manière intuitive. L'utilisateur doit être en mesure de lire les

instructions et les informations imprimées de manière confortable.

- Typographie:
 - les polices de caractères doivent être utilisées de manière cohérente dans tout le système de vote ;
 - les styles de caractères doivent être utilisés de manière cohérente dans tout le système de vote ;
 - il faut éviter le style en *italiques* à l'écran ;
 - chaque police de caractères doit correspondre à une fonction ;
 - il est recommandé d'utiliser des polices avec sérif pour augmenter la facilité de lecture.
- Utilisation des couleurs:
 - le contraste entre le texte et l'arrière-plan doit faciliter la lecture ;
 - il faut utiliser les couleurs d'arrière-plan et les couleurs de texte de manière cohérente dans tout le système de vote.
- Langage:
 - le langage utilisé doit être cohérent dans tout le système de vote;
 - le langage utilisé doit être adapté à une large gamme d'utilisateurs avec des niveaux d'expertise, d'éducation et de capacité de lecture très variables.
- Etiquetage:
 - l'étiquetage doit être effectué de manière claire et cohérente dans tout le système de vote ;
 - l'étiquetage doit être signifiant : il faut que la fonction de chaque bouton soit indiquée de manière non ambiguë ;
 - il faut que les instructions fassent correctement référence aux étiquettes utilisées.
- Représentation du bulletin de vote:
 - lorsque des exemples de bulletins de vote sont présentés avant les élections, il est indispensable de veiller à ce que la disposition des candidats soit similaire à celle qui sera présentée par l'ordinateur de vote, car il est bien établi que les électeurs utilisent souvent des stratégies de localisation pour se rappeler la position d'un candidat.

Afin de prévenir les erreurs dues à l'usage de techniques heuristiques, le système de vote doit respecter les principes suivants :

- utiliser des icônes (pour les partis) ou des images (pour les candidats), afin de faciliter l'identification des partis et des candidats par les électeurs ;
- utiliser des listes ordonnées logiquement pour permettre de retrouver aisément un parti ou un candidat ;
- utiliser des polices de caractères qui facilitent la lecture des écrans de vote ;
- éviter de surcharger les écrans de vote en présentant trop d'information simultanément ; par exemple : ne pas présenter tous les partis ou tous les candidats en une fois, mais plutôt permettre à l'électeur de sélectionner en

premier lieu le parti de son choix, puis afficher les candidats de ce parti pour permettre la sélection des candidats.

Navigation

Il est essentiel que l'électeur soit en mesure de naviguer aisément et avec confiance au travers de tous les menus en ayant en permanence le sentiment de contrôler à la fois le processus de vote et le vote lui-même. Par conséquent :

- le système de vote doit permettre à l'électeur de contrôler le rythme du processus de vote ;
- le système de vote doit utiliser des techniques de contrôle claires et intuitives (principe du stimulus et de la réponse : il faut que l'électeur reçoive une rétroaction visuelle – ou auditive pour les malvoyants – pour confirmer que chaque action effectuée a été effectivement prise en compte, par exemple par une surbrillance du nom du candidat qui vient d'être sélectionné) ;
- chaque bouton qui permet une action doit être étiqueté de manière claire ;
- le contrôle du déroulement du processus doit éviter la terminaison prématurée et accidentelle du vote ;
- le système de vote doit faciliter l'introduction de données (par exemple, en touchant une option sur un écran tactile) ;
- le système de vote doit éviter l'utilisation de barres de défilement : toutes l'information à afficher doit pouvoir l'être sur un écran ;
- le système de vote doit fournir une indication précise de la position de l'électeur dans le processus de vote ; la technique dite « du fil d'Ariane » peut indiquer, par exemple, le parti pour lequel l'électeur est en train de choisir des candidats ;
- le système de vote ne doit pas inclure des sous-processus comportant plus de trois étapes ; il ne faut pas utiliser de menus ou de procédures ayant une profondeur hiérarchique supérieure à trois ;
- la navigation doit s'appuyer sur trois choix simples : retour en arrière, poursuivre et annuler ;
- chaque écran du système de vote électronique doit présenter un bouton permettant le retour en arrière (sauf le premier et ceux pour lesquels un vote a été clôturé) ;
- chaque bouton doit produire un effet immédiat : il ne doit pas être nécessaire de confirmer une action par l'utilisation d'un bouton supplémentaire.

Il ne faut pas que le système de vote saute trop rapidement d'un écran au suivant : le rythme ne doit pas être trop rapide, sous peine de donner à l'électeur l'impression qu'il perd le contrôle du processus ; il ne faut cependant pas non plus qu'il soit trop lent.

Format de navigation

Navigation similaire au vote sur bulletins en papier

Un mécanisme de navigation similaire au vote sur bulletins en papier permet à l'électeur de parcourir les différents écrans du système de vote comme il tourne les pages d'un livre. On tourne ainsi les pages du « livre » pour atteindre celle du parti

pour lequel on souhaite voter et sur laquelle figure la liste des candidats. Ce type d'approche fournit un modèle particulièrement approprié pour les électeurs plus âgés, puisqu'il leur permet de voter selon une méthode qui leur est familière : l'analogie avec un livre rend le système plus intuitif.

Ecrans tactiles

L'utilisation des écrans tactiles est intuitive : il suffit de toucher la zone sur l'écran où est affiché le nom du candidat ou l'option que l'on souhaite sélectionner. Néanmoins, cette technologie peut dérouter les utilisateurs qui ne la connaissent pas et elle peut donner de mauvais résultats si les écrans sont mal calibrés. Pour résoudre le premier type de problème, il faut impérativement que le système de vote rappelle de manière cohérente la nécessité de toucher l'écran pour exprimer un choix ou pour effectuer une action.

Pour éviter de favoriser un candidat ou un parti, les zones sensibles sur l'écran doivent :

- être de taille égale pour tous les parties;
- être de taille égale pour tous les candidats ;
- avoir une dimension minimale de 2 cm x 2 cm (taille d'un doigt) ;
- être séparée entre elles d'au moins 3 mm.

Les points suivants doivent également être pris en compte:

- l'utilisation d'écrans tactiles peut donner lieu à des erreurs dues à la parallaxe : l'électeur sélectionne un champ voisin de celui qu'il entendait sélectionner;
- il est indispensable de fournir une rétroaction à chaque fois qu'une sélection est effectuée (surbrillance et/ou son) ;
- il faut éviter le défilement sur les écrans tactiles ;
- certaines possibilités de navigation ne sont pas disponibles sur les écrans tactiles : la technique du « drag-and-drop », les menus déroulants, le multifenêtrage, les doubles clics ; ce type de mécanisme doit de toutes façons être évité dans les systèmes de vote à cause de leur nature peu intuitive ;
- il faut limiter les déplacements de la main pour effectuer les tâches en rapport avec le vote :
 - chaque fois qu'un choix doit être effectué, la main occulte une partie de l'écran ;
 - il faut éviter la fatigue physique ;
 - il faut que les zones sensibles soient localisées de la manière la plus intuitive ;
- il faut éviter d'afficher un curseur sur l'écran, sous peine de détourner l'attention de l'utilisateur ;
- il faut utiliser un arrière-plan lumineux pour diminuer la visibilité des empreintes sur l'écran ;
- l'éclairage de l'endroit où se trouve l'écran doit être adapté afin d'éviter les reflets ; il faut éviter l'éclairage direct de l'écran ;
- L'inclinaison de l'écran doit pouvoir être adaptée à la position de l'utilisateur (voir aussi la Figure 22):

- utilisateur assis: 30°;
- utilisateur debout: 30°-55°;
- Idéalement, l'utilisateur devrait pouvoir adapter lui-même l'inclinaison de l'écran.

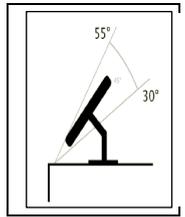


Figure 22: L'angle idéal pour un écran tactile

Vérification du vote

Révision du vote

Après sélection des candidats pour lesquels il souhaite voter, l'électeur doit avoir l'occasion de revoir ses choix avant de confirmer son vote pour le scrutin en cours de traitement. Par conséquent, le système de vote doit présenter la liste des candidats retenus par l'électeur et offrir à ce dernier le choix soit de confirmer, soit de changer cette liste. Il faut fournir suffisamment d'information sur l'écran de révision pour faire apparaître clairement que ce qui est présenté est bien la liste des candidats retenus jusqu'à présent et que l'électeur peut soit confirmer, soit demander à modifier cette liste. L'écran de révision devrait avoir la même mise en page que l'écran de vote qui présentait la liste sur laquelle les choix ont été exprimés.

Corriger ou modifier un vote

L'électeur doit pouvoir aisément modifier un ou plusieurs choix, que ce soit pendant qu'il exprime ses choix ou lorsqu'il est invité à revoir l'ensemble de ceux-ci.

- Il doit être possible de supprimer un vote en sélectionnant le candidat en question et en exprimant le souhait de supprimer le vote correspondant.
- Il faut éviter de devoir supprimer tous les votes d'une liste dans le seul but de supprimer un des votes de cette liste, car cela obligerait l'électeur à se rappeler les choix effectués précédemment sur cette liste. L'effacement de tous les votes sur une liste doit être possible, mais pas comme la manière normale pour corriger certains votes de la liste.
- Lorsqu'un seul candidat peut être choisi dans un scrutin donné, il doit être possible de modifier son choix simplement en sélectionnant un autre candidat. Dans ce cas, il ne doit pas être nécessaire de commencer par supprimer explicitement le premier vote.
- Il faut permettre à l'électeur de corriger des choix au moment même où il désire effectuer la correction, sur le même écran de vote ou de révision. Il ne faut pas exiger de l'électeur qu'il attende l'écran de révision à la fin de la procédure de vote pour pouvoir corriger un choix. Il faut pouvoir corriger au vol, sinon l'électeur risque d'oublier son désir de correction.
- Il faut empêcher les votes qui ne respectent pas les règles pour les votes valides, par exemple des votes pour plus de candidats qu'il n'est autorisé. Il faut signaler à l'électeur qu'il n'est pas permis de panacher, c'est-à-dire de voter pour des candidats sur plusieurs listes. Dans ce dernier cas, on peut, par

exemple, supprimer les votes émis si l'électeur revient à l'écran qui présente les partis pour lesquels il est possible de voter. Cela rend le panachage impossible, mais a l'inconvénient d'effacer tous les votes si l'on revient par erreur à l'écran en question.

- Il faut empêcher les votes incomplètes, par exemple ne pas voter pour la totalité des scrutins organisés le jour des élections.

5.6.1.6 Validation du processus de vote, de la mise en page des bulletins en papier et des écrans de vote par des électeurs représentatifs

La mise en page des bulletins de vote, le processus de vote et les écrans de vote doivent être validés par des électeurs représentatifs avant acceptation finale et inclusion dans les fichiers de configuration des ordinateurs de vote.

5.6.1.7 Vérification des fichiers de configuration pour un ordinateur de vote

Le contenu des fichiers de configuration des ordinateurs de vote, en particulier les listes propres aux scrutins (liste de scrutins, liste de partis, liste de candidats) et la mise en page des écrans de vote et des bulletins papier doivent être vérifiés attentivement avant le chargement de ces fichiers dans les CD-ROMs de démarrage des ordinateurs de vote. Il ne faut procéder à l'installation des fichiers de configuration (comme décrit à la section suivante) qu'après confirmation positive du fait que ces fichiers sont bien corrects.

5.6.1.8 Installation des fichiers de configuration pour un ordinateur de vote dans les CD-ROMs de démarrage

L'initialisateur des CD-ROMs de démarrage des ordinateurs de vote charge les fichiers de configuration dans l'image du CD-ROM. Les fichiers de configuration contiennent toute l'information dont le logiciel électoral a besoin.

5.6.1.9 Production et initialisation des références de démarrage

L'initialisateur des CD-ROMs de démarrage des ordinateurs de vote définit qui aura le droit d'activer chaque ordinateur de vote le jour de l'élection.

L'initialisateur des ordinateurs de vote doit créer, à cet effet, une liste de références de démarrage qui permettront la mise en route de chaque ordinateur de vote. Le président de chaque bureau de vote reçoit la liste des références de démarrage pour les ordinateurs de vote de son bureau.

Les références de démarrage doivent être produites par l'initialisateur dans un environnement sécurisé.

5.6.1.10 Initialisation des jetons de vote

Les jetons de vote sont initialisés avant le jour des élections de manière à ce qu'ils soient tous dans l'état PAS_ENCORE_UTILISÉ_POUR_LE_VOTE.

5.6.1.11 Distribution des références de démarrage

Avant le jour des élections, chaque président de chaque bureau de vote, de chaque Centre de Lecture de Bulletins, de chaque Centre de Déchiffrement de Bulletins et de

chaque Premiers Centre de Totalisation doit avoir reçu les références de démarrage qui correspondent aux ordinateurs de son bureau ou de son Centre. Ces références de démarrage sont nécessaires pour permettre le démarrage des ordinateurs à l'aide des CD-ROMs de démarrage. Sans ces références de démarrage, ces ordinateurs ne pourront pas être utilisés pour le vote.

Les références de démarrage doivent être conservées au secret pour éviter un usage non autorisé du logiciel électoral.

5.6.1.12 Distribution des jetons de vote

Après que sa qualité d'électeur ait été vérifiée, l'électeur reçoit un jeton de vote du personnel du bureau de vote. Ce jeton doit être présenté à l'ordinateur de vote dans l'isoloir afin d'amorcer le processus individuel de vote.

Les jetons de vote, qui sont propres à chaque bureau de vote, doivent avoir été distribués aux différents bureaux avant le jour des élections.

Les procédures mises en œuvre doivent garantir que chaque électeur reçoit un seul jeton de vote pour éviter qu'il ne puisse voter plusieurs fois.

5.6.2 A faire quelques jours avant le jour des élections

5.6.2.1 Distribution des systèmes informatiques (ordinateurs)

Les ordinateurs des bureaux de vote, des Centres de Lecture de Bulletins, des Centres de Déchiffrement de Bulletins et des Premiers Centres de Totalisation peuvent être utilisés respectivement dans n'importe quel bureau de vote, Centre de Lecture de Bulletins, Centre de Déchiffrement de Bulletins et Premier Centre de Totalisation. Il suffit donc de livrer un nombre suffisant de ces ordinateurs dans chaque endroit où ils sont nécessaires suffisamment tôt avant le jour des élections.

5.6.2.2 Distribution des CD-ROMs de démarrage

Le CD-ROM de démarrage utilisé par le président d'un bureau de vote, Centre de Lecture de Bulletins, Centre de Déchiffrement de Bulletins et Premier Centre de Totalisation est distribué à ces présidents avant le jour des élections. Les références de démarrage du président d'un bureau de vote déterminent quel fichier de configuration présent sur le CD-ROM de démarrage sera utilisé pour les ordinateurs de vote de son bureau.

5.6.2.3 Installation physique des ordinateurs de vote

L'installation d'un ordinateur de vote est très simple : l'ordinateur, son écran, les dispositifs USB et l'imprimante ont des connecteurs distincts, ce qui minimise la probabilité d'établir des connexions physiques incorrectes.

5.6.2.4 Accessibilité des isolements et des ordinateurs de vote

Le vote est un droit (parfois une obligation) démocratique ; il faut donc garantir un accès adéquat au processus de vote à tous les citoyens ayant la qualité d'électeur dans toutes les circonstances.

5.6.2.4.1 Lignes directrices en matière d'accessibilité

Les lignes directrices qui figurent ici s'appuient sur les documents suivants :

- un rapport du Comité des Ministres du Conseil de l'Europe⁸
- l'information produite par l'association GAMAH⁹
- les recommandations du Forum européen des personnes handicapées¹⁰.
- la loi belge de 2003 contre la discrimination
- la Commission du Royaume-Uni pour les droits des personnes handicapées « UK Disabled Rights Commission (DRC)¹¹ »

- 1 Tous les intervenants, des autorités aux partis politiques (si possible), impliqués dans la diffusion d'information par l'Internet devraient respecter les consignes de l'organisation Anysurfer¹² pour la conception de pages Web accessibles. Une validation Anysurfer devrait être rendue obligatoire pour toutes les pages Web relatives au processus électoral. Une attention particulière doit être consacrée aux personnes qui ont besoin d'une information facile à lire.¹³
- 2 Les sites Web officiels doivent proposer une simulation du processus de vote adaptée aux besoins des électeurs malvoyants, pour permettre à ces derniers d'essayer les procédures avant de se rendre au bureau de vote.¹⁴
- 3 Des utilisateurs représentatifs devront être impliqués dans la conception du système de vote, en particulier pour identifier des contraintes et pour vérifier la facilité d'utilisation et ce, dans chaque étape principale du processus de développement du logiciel électoral.¹⁵
- 4 En développant de nouveaux produits, une attention particulière sera consacrée à leur compatibilité avec des produits existants, en incluant ceux qui utilisent des technologies conçues pour aider les personnes handicapées.¹⁶
- 5 Les ordinateurs de vote doivent produire des sorties adaptées telles que des affichages avec des caractères de grande taille ou une voix synthétique (écoutable par un casque)¹⁷. Il est nécessaire d'encourager le développement et le test de machines à voter accessibles pour toutes les catégories d'électeurs afin d'acquérir l'expérience nécessaire.

⁸ [http://www.cev.ie/hm/report/second_report/pdf/Appendix_6_Recommendation_Rec\(2004\)11.pdf](http://www.cev.ie/hm/report/second_report/pdf/Appendix_6_Recommendation_Rec(2004)11.pdf)

⁹ Résultats de l'enquête – Electeurs à mobilité réduite ou présentant des difficultés de compréhension: citoyens à part entière ou entièrement à part ? ed. par GAMAH (Octobre 2006); disponible à l'URL : <http://www.gamah.be>

¹⁰ http://www.edf-feph.org/apdg/Documents/Report_of_the_Disability_Intergroup_meeting_Barriers_to_elections_for_disabled_people.doc

¹¹ http://www.drc.org.uk/docs/10_434_10_434_17_nov_version_.doc

¹² <http://www.anysurfer.be/>

¹³ Basé sur la recommandation No 63 du Conseil de l'Europe et sur l'étude GAMAH

¹⁴ Basé sur l'étude Gamah

¹⁵ Basé sur la recommandation No 62 du Conseil de l'Europe et sur les recommandations du Forum européen des personnes handicapées (Sarah Gull)

¹⁶ Basé sur la recommandation No 64 du Conseil de l'Europe

¹⁷ Basé sur les conclusions de l'étude GAMAH; au lieu d'un casque, on pourra dans le futur envisager une communication via un GSM (p. ex. par Bluetooth), mais cela risque d'être trop compliqué pour des utilisateurs modaux.

- 6 Les autorités doivent faire en sorte que tout le matériel d'information imprimé (dépliants, brochures) relative aux élections soit disponible en différents formats adaptés aux malvoyants et aux autres membres handicapés de la communauté.¹⁸
- 7 Les normes principales d'accessibilité ne doivent pas apparaître comme des "suppléments optionnels": il faut qu'elles soient considérées comme faisant partie des obligations de base: ceci doit se refléter dans les appels d'offres pour le matériel destiné au vote.¹⁹
- 8 Accès physique: les électeurs handicapés doivent avoir la possibilité de voter dans des lieux offrant un accès adéquat. A plus long terme, les administrations doivent viser à faire en sorte que tous les bureaux de vote soient accessibles à tous les électeurs. Les électeurs handicapés doivent aussi pouvoir se faire accompagner dans l'isoloir par une personne de leur choix. Des places de parking en nombre suffisant doivent être prévues à proximité des bureaux de vote. Des sièges doivent être disponibles lorsque les temps d'attente s'allongent. La hauteur des écrans de vote doit être adaptée aux personnes en chaise roulante ou, mieux encore, doit pouvoir être ajustée facilement²⁰.
- 9 Le personnel des bureaux de vote doit être formé à l'accueil des personnes.²¹
- 10 A l'issue de chaque scrutin, il faut songer à recueillir les avis des électeurs handicapés en vue de terminer ce qui doit être amélioré pour le scrutin suivant!

5.6.3 A faire avant le début de la période consacrée au vote le jour des élections

5.6.3.1 Activation et démarrage des ordinateurs de vote

Le président de chaque bureau de vote utilise le CD-ROM de démarrage et ses références de démarrage secrètes pour démarrer les ordinateurs de vote de son bureau.

Chaque président de bureau de vote a reçu ce CD-ROM de démarrage et ces références de démarrage avant le jour des élections.

Il incombe aux Autorités qui ont la charge des élections de décider qui reçoit quelles références de démarrage.

5.6.3.2 Identification des électeurs par lettre de convocation

Le personnel de chaque bureau de vote dispose d'une liste énumérant les électeurs convoqués pour leur bureau. Lorsqu'un électeur se présente avec ses papiers d'identité et avec la lettre de convocation, le personnel vérifie sa qualité d'électeur et le fait qu'il se présente bien au bureau qui lui a été attribué. Si tout est en ordre,

¹⁸ Inspiré par la loi belge de 2003 contre la discrimination et la recommandation No 4.2 de la DRC

¹⁹ Basé sur la recommandation No 3.6 de la DRC

²⁰ Basé sur les conclusions de l'étude GAMAH; une hauteur incorrecte de l'écran peut induire des erreurs de parallaxe (sélection d'une autre zone que la zone choisie)

²¹ Basé sur les recommandations du Forum européen des personnes handicapées (Sarah Gull)

l'électeur reçoit un jeton de vote (cfr. la section 5.6.1.12 plus haut), qui lui permettra d'amorcer le processus de vote individuel à l'aide de l'ordinateur de vote situé dans l'isoloir.

5.6.3.3 Utilisation de l'ordinateur de vote

Lorsque l'électeur soumet le jeton de vote qu'il vient de recevoir à l'ordinateur de vote situé dans l'isoloir, le processus de vote individuel est amorcé et le premier écran de vote est affiché. Le contenu et la mise en page de cet écran est déterminé par les fichiers de configuration de l'ordinateur de vote (cfr. la section 5.6.1.4 plus haut).

L'électeur suit les instructions affichées sur l'écran de l'ordinateur de vote et il utilise l'écran tactile de cet ordinateur pour exprimer son ou ses votes et pour passer d'un écran au suivant.

En fin de processus, l'utilisateur confirme son ou ses votes et l'ordinateur de vote imprime alors le bulletin de vote (cfr. la section 5.3.3 plus haut).

5.6.3.4 Vérification, par l'électeur, du bulletin imprimé

Après l'impression du bulletin de vote, l'électeur examine le texte lisible par un être humain imprimé sur ce bulletin pour confirmer que ce texte correspond bien au(x) vote(s) émis à l'aide de l'ordinateur de vote.

L'électeur plie ensuite le bulletin selon les indications qui figurent sur celui-ci ou introduit le bulletin dans l'enveloppe (suivant les cas), après quoi il quitte l'isoloir et se dirige vers le président du bureau de vote.

5.6.3.5 Inspection des bulletins par le président

Le président du bureau de vote inspecte – sans l'ouvrir – le bulletin plié ou l'enveloppe pour vérifier que les faces visibles ne comportent aucune marque non autorisée.

5.6.3.6 Vérification technique de la lisibilité de l'information enregistrée dans la partie traitable par ordinateur du bulletin de vote

Avant de déposer son bulletin dans l'urne, l'électeur peut, s'il le souhaite, procéder à un essai de lecture du code à barres ou de la puce RFID par un lecteur approprié disposé à côté de l'urne. Si ce lecteur indique que la partie traitable par ordinateur du bulletin de vote ne peut pas être lue correctement, une procédure de détection de problème est mise en route et l'électeur est invité à recommencer son vote.

5.6.3.7 Dépôt du bulletin dans l'urne

L'électeur dépose le bulletin de vote (plié ou dans son enveloppe) dans l'urne.

5.6.3.8 Remise de la preuve d'identité et de la convocation estampillée

Une fois qu'il a déposé son bulletin dans l'urne, l'électeur peut reprendre sa pièce d'identité et sa convocation estampillées, qu'il reçoit du personnel du bureau de vote.

5.6.3.9 Vérifications aléatoires pendant le scrutin

Pendant la période consacrée au vote le jour des élections, des vérifications aléatoires

peuvent être effectuées par des observateurs pour garantir le bon fonctionnement du processus électoral et le respect des procédures.

5.6.4 A faire à l'issue de la période consacrée au vote le jour des élections

A l'issue de la période consacrée au vote le jour des élections, un rôle spécifique est attribué aux vérificateurs (auditeurs) indépendants : il leur incombe de confirmer et témoigner que toutes les opérations critiques ont été effectuées correctement, entre autres : que tous les résultats partiels des Centres de Totalisation de niveau inférieur ont bien été pris en compte dans le Centre de Totalisation de niveau supérieur.

5.6.4.1 Transporter les urnes de tous les bureaux de vote vers les Centres de Lecture de Bulletins

A l'issue de la période consacrée au vote le jour des élections, le président d'un bureau de vote scelle l'urne contenant les bulletins et fait en sorte qu'elle soit transportée vers le Centre de Lecture de Bulletins associé son bureau de vote. Le scellement de l'urne garantit qu'aucun bulletin ne pourra être introduit dans l'urne après la fermeture du bureau de vote.

5.6.4.2 Mélanger le contenu des urnes

Dès que les urnes ont été centralisées dans le Centre de Lecture de Bulletins, le président de ce centre brise les scellés apposés sur les urnes, vide ces dernières et en mélange les contenus pour détruire l'ordre chronologique lié à l'insertion des bulletins dans les urnes.

5.6.4.3 Effectuer la lecture des parties traitables par ordinateur des bulletins de vote

Les parties traitables par ordinateur des bulletins de vote sont lues dans le Centre de Lecture de Bulletins. Ceci produit une liste des équivalents électroniques chiffrés des votes exprimés sur les bulletins traités dans le Centre. Cette liste est signée numériquement en utilisant la carte d'identité électronique du président du Centre de Lecture de Bulletins, qui est responsable de la lecture des informations chiffrées enregistrées sur les bulletins. Cette liste signée des équivalents électroniques chiffrés des votes exprimés sur les bulletins traités dans le Centre de Lecture de Bulletins est ensuite transmise au Centre de Déchiffrement de Bulletins associé au Centre de Lecture de Bulletins afin de poursuivre le traitement.

5.6.4.4 Traitement des votes chiffrés au Centre de Déchiffrement de Bulletins

Les votes contenus dans les listes signées des équivalents électroniques chiffrés des votes exprimés sur les bulletins traités dans les Centres de Lecture de Bulletins sont déchiffrés par le Centre de Déchiffrement de Bulletins. Le Centre de Déchiffrement de Bulletins trie les votes chiffrés reçus et applique la clé de déchiffrement appropriée pour déchiffrer les votes.

La liste des votes déchiffrés est transmise au Premier Centre de Totalisation qui est associé à ce Centre de Déchiffrement de Bulletins. Cette liste est signée numériquement avant l'envoi en utilisant la carte d'identité électronique du président du Centre de Déchiffrement de Bulletins.

5.6.4.5 Traitement des résultats partiels du Centre de Déchiffrement de bulletins par le Premier Centre de Totalisation

Les responsables du Premier Centre de Totalisation récoltent les résultats partiels des Centres de Déchiffrement de Bulletins affectés à leur Premier Centre de Totalisation et produisent de nouveaux résultats partiels, qui sont signés numériquement en utilisant la carte d'identité électronique du président du Premier Centre de Totalisation. Ces résultats partiels sont ensuite transmis au Deuxième Centre de Totalisation.

5.6.4.6 Traitement des résultats partiels du Premier Centre de Totalisation par le Deuxième Centre de Totalisation

Les responsables du Deuxième Centre de Totalisation récoltent les résultats partiels des Premiers Centres de Totalisation affectés à leur Deuxième Centre de Totalisation et produisent de nouveaux résultats partiels, qui sont signés numériquement en utilisant la carte d'identité électronique du président du Deuxième Centre de Totalisation. Ces résultats partiels sont ensuite transmis au Centre Final de Totalisation.

5.6.4.7 Obtention des résultats finals au Centre Final de Totalisation

Les responsables du Centre Final de Totalisation récoltent l'ensemble des résultats partiels des Deuxième Centres de Totalisation et produisent les résultats finals, qui peuvent ensuite être rendus publics.

5.6.5 A faire après le jour des élections

5.6.5.1 Audit des élections

Les vérificateurs (auditeurs) indépendants peuvent auditer les élections en sélectionnant au hasard des bulletins de vote dans les différents Centres de Lecture de Bulletins. Leur tâche consiste à vérifier que l'information enregistrée dans les parties traitables par ordinateur de ces échantillons correspond bien avec le texte lisible par un être humain. Pour ce faire, ils demandent aux Centres de Déchiffrement de Bulletins de déchiffrer les bulletins sélectionnés au hasard, ce qui leur permet ensuite de vérifier que l'information enregistrée dans les parties traitables par ordinateur de ces bulletins correspond bien avec le texte lisible par un être humain. Cette vérification garantit que les ordinateurs de vote ont correctement encodé les votes émis, en supposant que les électeurs ont vérifié que le texte lisible par un être humain correspond bien aux votes émis avant de plier le bulletin ou de l'insérer dans l'enveloppe.

5.6.5.2 Réinitialisation des jetons de vote

Les cartes à puce servant de jetons de vote sont réinitialisées de manière à les remettre dans l'état PAS_ENCORE_UTILISÉ_POUR_LE_VOTE.

5.6.5.3 Réinitialisation des BIOS des systèmes informatiques

Après les élections, les réglages des BIOS des ordinateurs utilisés dans les bureaux de vote, les Centres de Lecture de Bulletins, les Centres de Déchiffrement de Bulletins et

les Premiers Centres de Totalisation sont remis dans leur état initial (sortie d'usine). Comme ces ordinateurs ne comportent aucun dispositif de stockage permanent de données, aucune autre action n'est nécessaire.

5.7 Satisfaction du prescrit légal par le système amélioré de vote à l'aide de bulletins en papier proposé dans ce rapport

5.7.1 Situation juridique des bulletins de vote

L'électeur exprime son vote à l'aide d'un ordinateur de vote. Une fois qu'il a confirmé son vote, l'ordinateur imprime un bulletin de vote non plié. Sur ce bulletin, le vote émis est imprimé sous la forme d'un texte lisible par un être humain et il est enregistré sous une forme traitable par ordinateur (code à barres ou puce RFID).

L'ordinateur de vote chiffre l'information enregistrée dans la forme traitable par ordinateur afin de protéger l'anonymat du vote et de prévenir la duplication ou l'insertion de votes.

L'électeur est invité à vérifier que le texte lisible par un être humain correspond bien au vote émis. Si c'est le cas, l'électeur plie le bulletin comme un fascicule et le ferme de manière à ce que seul le code à barres soit visible (cas du bulletin à code à barres). Pour les bulletins à puce RFID, l'électeur soit plie le bulletin, soit l'insère dans une enveloppe de façon à cacher le texte imprimé.

Le président du bureau de vote vérifie que les faces visibles du bulletin plié ou de l'enveloppe ne comportent aucune marque susceptible d'identifier l'électeur. S'il en est bien ainsi, le président rend le bulletin toujours plié ou l'enveloppe à l'électeur, qui le dépose dans l'urne.

S'il y a contestation des résultats du scrutin, il est possible d'effectuer un nouveau comptage par une nouvelle lecture des parties traitables par ordinateur des bulletins de vote. Il est également possible d'effectuer un nouveau comptage en ouvrant les bulletins et en comptant les votes manuellement.

Du point de vue juridique, ce processus soulève deux questions. La première a trait au fait qu'un électeur pourrait révéler le contenu de son vote entre le moment où il quitte l'isoloir et le moment où il dépose le bulletin dans l'urne, ce qui pourrait représenter une entrave à son libre choix. La deuxième provient du fait que le bulletin est hybride : le vote y est consigné de deux manières différentes : imprimé dans un code à barres ou enregistré dans une puce RFID et imprimé sous la forme d'un texte lisible par un être humain. Il faut donc légiférer pour définir laquelle de ces deux représentations constitue le vote authentique ainsi que pour spécifier le traitement des bulletins contenant des marquages non autorisés qui seraient découverts lors d'un recomptage manuel.

Libre expression de la volonté de l'électeur – Le risque existe qu'un électeur soit amené (sous pression d'agents extérieurs) à révéler à des tiers le contenu de son vote entre le moment où il quitte l'isoloir et le moment où il dépose le bulletin dans l'urne. Cette situation est cependant très semblable à celle qui existe actuellement dans le vote traditionnel à bulletins en papier. A cet effet, l'article 143 de la loi électorale stipule qu'il est interdit de déplier ou d'ouvrir un bulletin en quittant l'isoloir de manière telle que le contenu pourrait être observé. Si un électeur déplie ou ouvre un bulletin, le président du bureau de vote doit prendre le bulletin ainsi déplié, l'annuler et inviter l'électeur à recommencer le vote. Des règles similaires devraient donc être

mises en œuvre pour les bulletins imprimés par l'ordinateur de vote. Le fait de plier le bulletin comme un fascicule ou de faire un double pliage empêcherait une ouverture spontanée du bulletin, au risque d'augmenter la complexité du point de vue des électeurs.

Utilisation de bulletins hybrides – L'utilisation de bulletins comportant une double représentation du vote émis, à savoir : une partie traitable par ordinateur et un texte lisible par un être humain, peut créer une discordance en cas de recomptage manuel. En effet, les votes enregistrés dans les parties traitables par ordinateur seront toujours considérés comme des votes valides, tandis que des bulletins en papier peuvent être rendus non valides par apposition de marques non autorisées.

Dans le système proposé dans le présent rapport, ce risque existe en cas de recomptage manuel sur base des textes lisibles par un être humain contenus à l'intérieur des bulletins pliés ou insérés dans une enveloppe. Si, en ouvrant un bulletin ou une enveloppe, on découvre des marques non autorisées ou même des objets, l'article 157 de la loi électorale stipule que le bulletin doit être considéré comme nul. Comme indiqué plus haut, cette règle est édictée en vue de protéger l'anonymat du vote en empêchant d'établir un lien entre un bulletin et un électeur.

Une première solution à ce problème consiste à décider que le vote authentique *est* celui exprimé par le texte lisible par un être humain imprimé sur le bulletin. Dans ce cas, si des résultats sont contestés et si un recomptage manuel est décidé, le résultat final sera établi sur base du traitement des textes lisibles par un être humain imprimés sur les bulletins et non pas sur base des informations traitables par ordinateur. On pourrait éventuellement faire usage de techniques de lecture optique directe des textes lisibles par un être humain imprimés sur les bulletins pour accélérer le processus.

Une deuxième solution serait d'attribuer le caractère de vote authentique aux informations traitables par ordinateur contenues sur les bulletins (code à barre ou puce RFID). Le texte lisible par un être humain imprimé sur le bulletin n'aurait alors qu'une valeur informative et indiquerait à l'électeur le contenu des informations traitables par ordinateur enregistrées sur le bulletin. Cette solution ne permettrait pas le recomptage manuel sur base des textes lisibles par un être humain imprimés sur les bulletins, puisque seules les informations traitables par ordinateur feraient foi comme votes authentiques. La seule possibilité serait alors de refaire une lecture des informations traitables par ordinateur des bulletins contestés sur d'autres équipements.

5.8 Les 112 Recommandations du Conseil de l'Europe

Cette section évalue le système amélioré de vote électronique utilisant des bulletins en papier proposé dans le présent rapport au regard des Recommandations du Conseil de l'Europe relatives au vote électronique

5.8.1 Normes juridiques

5.8.1.1 Principes

Suffrage universel

Bulletins à code à barre ou à puce RFID	
1. L'interface utilisateur du système de vote électronique sera compréhensible et facilement	L'interface utilisateur du système de vote électronique sera compréhensible et facilement utilisable.

utilisable.	
2. Les éventuelles procédures d'inscription au vote électronique ne constitueront pas un obstacle empêchant l'électeur de participer au vote électronique.	Les éventuelles procédures d'inscription au vote électronique ne constitueront pas un obstacle empêchant l'électeur de participer au vote électronique.
3. Les systèmes de vote électronique seront, dans toute la mesure du possible, conçus de manière à maximiser les possibilités qu'ils peuvent offrir aux personnes handicapées.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage. Le système propose inclut une aide pour les électeurs aveugles ou malvoyants.
4. A moins que les modes de vote électronique à distance ne soient universellement accessibles, ils ne constitueront qu'un moyen de vote supplémentaire et facultatif.	N.A. (non applicable)

Suffrage équitable

5. Dans toute élection ou référendum, un électeur ne pourra pas déposer plus d'un seul bulletin dans l'urne électronique. Un électeur ne sera autorisé à voter que s'il est établi que son bulletin n'a pas encore été déposé dans l'urne électronique.	L'ordinateur de vote exige la présentation d'un jeton de vote pour amorcer la procédure de vote. A un jeton correspond un bulletin de vote imprimé et un seul. Un jeton = un bulletin. Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier: le bulletin de vote est déposé dans l'urne par l'électeur après identification et autorisation par le président du bureau de vote. Les bulletins sont signés numériquement par l'ordinateur de vote, ce qui empêche l'insertion, dans le circuit, de bulletins frauduleux qui ne proviendraient pas d'un véritable ordinateur de vote.
6. Le système de vote électronique empêchera l'électeur d'exprimer son vote par plusieurs modes de suffrage.	N.A. : il n'y a qu'un seul canal de vote.
7. Tout bulletin déposé dans une urne électronique sera comptabilisé, et tout suffrage exprimé lors d'une élection ou d'un référendum ne sera comptabilisé qu'une seule fois.	N.A.: l'urne n'effectue aucun traitement: ce n'est qu'un réceptacle pour recueillir les bulletins de vote. Des mesures organisationnelles et techniques doivent être prises pour prévenir la perte d'urnes ou de bulletins.
8. Lorsque des modes de vote électroniques et non électroniques sont utilisés dans un même scrutin, une méthode sûre et fiable permettra d'additionner tous les suffrages et de calculer le résultat correct.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage.

Suffrage libre

9. L'organisation du vote électronique garantira la libre formation et expression de l'opinion de l'électeur, et, au besoin, l'exercice personnel du droit de vote.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier et garanti par l'utilisation d'isoloirs. La possibilité de révéler le contenu d'un bulletin avant son dépôt dans l'urne est déjà traitée par l'article 143 de la loi électorale.
10. La manière dont les électeurs sont guidés durant la procédure de vote électronique ne les amènera pas à voter dans la précipitation ou de manière irréfléchie.	La conception du logiciel électoral et de la procédure de vote fera en sorte de satisfaire cette exigence.
11. Les électeurs pourront modifier leur choix à n'importe quelle étape de la procédure de vote électronique avant l'enregistrement de leur suffrage, ou même interrompre la procédure, sans que leur choix précédent ne soit enregistré ou que des tiers puissent en prendre connaissance.	La conception du logiciel électoral et de la procédure de vote fera en sorte de satisfaire cette exigence. Une procédure est prévue pour annuler un bulletin si l'électeur affirme que le texte imprimé sur ce bulletin ne correspond pas au vote émis; dans ce cas, l'électeur est autorisé à reprendre le vote à nouveau.
12. Le système de vote électronique n'autorisera pas les influences destinées à manipuler la volonté de l'électeur pendant le vote.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier; l'isoloir empêche d'exercer une influence sur l'électeur pendant le vote.
13. Le système de vote électronique offrira à l'électeur un moyen de participer à une élection ou à un référendum sans qu'il ait à exprimer une préférence pour l'une quelconque des options de vote, par exemple en déposant un vote blanc.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier. L'électeur peut être invité à confirmer un vote blanc.

14. Le système de vote électronique indiquera clairement à l'électeur que le suffrage a été enregistré avec succès et à quel moment la procédure de vote est terminée.	Exigence satisfaite grâce à l'impression du bulletin et son dépôt dans l'urne.
15. Le système de vote électronique rendra impossible toute modification d'un suffrage une fois qu'il aura été enregistré.	La partie traitable par ordinateur d'un bulletin de vote contient le vote émis par l'électeur sous une forme chiffrée et signée numériquement par l'ordinateur de vote. Comme cette information est signée, il est impossible de modifier son contenu, donc le vote émis, une fois le bulletin produit. Les procédures mises en œuvre doivent garantir qu'il n'est pas possible d'enlever des bulletins déposés dans une urne ou d'ajouter des bulletins après scellement de l'urne par le président du bureau de vote à la fin de la période consacrée au vote.

Vote secret

16. Le vote électronique sera organisé de manière à préserver le secret du vote à toutes les étapes de la procédure, et en particulier lors de l'authentification de l'électeur.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier. L'électeur reçoit un jeton de vote du président du bureau de vote dès que sa qualité d'électeur a été confirmée. Le jeton n'est lié d'aucune manière à l'électeur: n'importe quel jeton alloué à un bureau de vote permet d'amorcer la procédure de vote de n'importe quel ordinateur de vote de ce bureau.
17. Le système de vote électronique garantira que les suffrages exprimés dans l'urne électronique et le dépouillement sont et resteront anonymes, et qu'il est impossible d'établir un lien entre le vote et l'électeur.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier. Il n'y a aucun lien direct entre un bulletin de vote et l'électeur qui l'a produit. En particulier, l'information enregistrée dans la partie traitable par ordinateur du bulletin ne comporte aucune information au sujet de l'électeur. A l'issue de la période consacrée au vote le jour de l'élection, une liste mélangée aléatoirement des versions électroniques chiffrées des bulletins de vote (obtenue après lecture des l'information enregistrée dans la partie traitable par ordinateur des bulletins) est traitée en vue de produire le résultat des élections. Le mélange des versions électroniques des bulletins empêche même l'établissement d'un lien indirect entre l'ordre dans lequel les l'information enregistrée dans la partie traitable par ordinateur des bulletins sont lues et l'ordre dans lequel les bulletins sont déposés dans les urnes.
18. Le système de vote électronique sera conçu de telle manière que le nombre de suffrages attendus dans une urne électronique ne permette pas d'établir un lien entre le résultat et les électeurs individuels.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier. Les totaux pour les isolements individuels ou pour les bureaux de vote individuels ne sont pas disponibles publiquement.
19. Des mesures seront prises pour que les informations requises lors du traitement électronique ne puissent être utilisées pour violer le secret du vote.	Il n'y a aucun lien direct entre un bulletin de vote et l'électeur qui l'a produit. Le mélange des versions électroniques des bulletins empêche l'établissement de liens indirects.

5.8.1.2 Garanties de procédure

Transparence

20. Les Etats membres prendront des mesures afin que les électeurs comprennent le système de vote électronique utilisé et aient ainsi confiance en lui.	Le bulletin comporte un texte lisible par un être humain et une partie traitable par ordinateur. Les critiques du système de vote électronique actuellement en usage demandaient l'introduction d'une trace papier pour augmenter la confiance dans le système de vote. Le texte lisible par un être humain du bulletin de vote peut être vérifié par l'électeur. Des vérificateurs indépendants peuvent sélectionner arbitrairement un certain nombre de
---	--

	<p>bulletins en vue de confirmer que les l'information enregistrée dans la partie traitable par ordinateur de ces bulletins correspondent effectivement aux textes lisibles par un être humain.</p> <p>Les ordinateurs de vote ne contiennent aucune information secrète permettant d'établir un lien entre un électeur et un bulletin de vote particulier; les ordinateurs de vote signent les informations enregistrées dans la partie traitable par ordinateur des bulletins de manière à empêcher l'introduction de bulletins frauduleux dans le circuit, mais ceci ne permet pas d'établir un lien entre un électeur et un bulletin.</p>
21. Des informations sur le fonctionnement du système de vote électronique seront diffusées auprès du public.	Sera atteint en publiant les spécifications complètes du système de vote électronique et de la procédure utilisée pour le comptage des voix.
22. Les électeurs se verront offrir la possibilité de s'exercer sur tout nouveau système de vote électronique avant l'enregistrement du suffrage et indépendamment de celui-ci.	Des possibilités d'entraînement au vote électronique doivent être mises à disposition sur l'Internet et dans les communes.
23. La possibilité sera offerte à tous les observateurs, dans les limites fixées par la loi, d'assister à l'élection électronique, de l'observer et de la commenter, y compris au stade de l'établissement des résultats.	Aucune mesure particulière n'est nécessaire. Le Collège d'Experts doit continuer à prendre ce processus en charge.

5.8.1.2.1 Vérification et responsabilité

24. Les composants du système de vote électronique seront divulgués au moins aux autorités électorales compétentes, selon les besoins de la vérification et de l'homologation.	Voir les exigences générales (section 11).
25. Avant la mise en service de tout système de vote électronique, et à intervalles réguliers par la suite, en particulier si des changements ont été apportés au système, un organisme indépendant désigné par les autorités électorales compétentes vérifiera que le système de vote électronique fonctionne correctement et que toutes les mesures de sécurité nécessaires ont été prises.	La loi belge stipule que ce processus doit être pris en charge par le Collège d'Experts : aucune mesure particulière n'est nécessaire.
26. Le système offrira une possibilité de second dépouillement. D'autres caractéristiques du système de vote électronique qui pourraient peser sur l'exactitude du résultat seront vérifiables.	<p>Il y a deux manières pour recompter les votes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ un recomptage automatique avec des équipements de lecture de l'information enregistrée dans la partie traitable par ordinateur des bulletins et/ou des logiciels différents, ○ un recomptage manuel des textes lisibles par un être humain imprimés sur les bulletins (sauf si la loi stipule que ce sont les informations enregistrées dans la partie traitable par ordinateur des bulletins qui représentent les votes authentiques). <p>Le Conseil de l'Europe propose différentes manières de réaliser un recomptage : faire un recomptage dans le système de vote électronique lui-même ; transférer l'urne électronique vers un système de comptage similaire mais distinct et refaire le comptage sur ce système ; effectuer le recomptage sur un système entièrement différent, mais capable d'opérer sur les informations du système de vote électronique.</p> <p>Ceci indique que le Conseil de l'Europe accepte qu'une relecture des informations enregistrées dans la partie traitable par ordinateur des bulletins constitue un recomptage valide.</p>
27. Le système de vote électronique n'empêchera pas la nouvelle tenue, partielle ou complète, d'une élection ou d'un référendum.	Aucune mesure particulière n'est nécessaire.

5.8.1.2 Fiabilité et sécurité

28. Les autorités des Etats membres garantiront la fiabilité et la sécurité du système de vote électronique.	Peut être atteint par les procédures en vigueur avant, pendant et après les élections.
29. Toutes les mesures possibles seront prises pour écarter les risques de fraude ou d'intervention non autorisée affectant le système pendant toute la procédure de vote.	Peut être atteint par les procédures en vigueur avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
30. Le système de vote électronique comportera des mesures visant à préserver la disponibilité de ses services durant la procédure de vote électronique. Il résistera en particulier aux dérangements, aux pannes et aux attaques en déni de service.	Peut être atteint par les procédures en vigueur avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11). L'initialisateur des CD-ROMs de démarrage des ordinateurs de vote peut définir plusieurs références de démarrage pour les images de ces CD-ROMs, ce qui permet d'utiliser le même CD-ROM dans plusieurs bureaux de vote.
31. Avant toute élection ou référendum électronique, l'autorité électorale compétente vérifiera et établira elle-même que le système de vote électronique est authentique et fonctionne correctement.	Peut être atteint par les procédures en vigueur avant les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
32. Seules les personnes autorisées par l'autorité électorale auront accès à l'infrastructure centrale, aux serveurs et aux données relatives au vote. Ces autorisations seront soumises à des règles claires. Les interventions techniques sensibles seront réalisées par des équipes d'au moins deux personnes. La composition de ces équipes changera régulièrement. Dans la mesure du possible, de telles interventions seront réalisées en-dehors des périodes électorales.	Peut être atteint par les procédures en vigueur avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
33. Durant la période d'ouverture d'une urne électronique, toute intervention autorisée affectant le système sera réalisée par des équipes d'au moins deux personnes, fera l'objet d'un compte-rendu et sera contrôlée par des représentants de l'autorité électorale compétente et par tout observateur électoral.	N.A.: les urnes ne contiennent aucun dispositif électronique.
34. Le système de vote électronique préservera la disponibilité et l'intégrité des suffrages. Il assurera également leur confidentialité et les gardera scellés jusqu'au moment du dépouillement. Si les suffrages sont stockés ou transmis hors des environnements contrôlés, ils seront cryptés.	L'information enregistrée dans la partie traitable par ordinateur du bulletin de vote est chiffrée à l'aide d'une clé connue du Centre de Déchiffrement de Bulletins associé au bureau de vote dans lequel le bulletin a été produit. L'électeur doit plier le bulletin (à code à barres) ou insérer le bulletin (à puce RFID) dans une enveloppe afin de cacher le texte lisible par un être humain, en particulier du président du bureau de vote (qui doit examiner le bulletin plié ou l'enveloppe pour vérifier l'absence de marques non autorisées). Il est aussi possible de sceller le bulletin comme on le fait pour des enveloppes autocollantes ou de l'agrafer.
35. Les votes et les informations relatives aux électeurs resteront scellés aussi longtemps que ces données seront conservées d'une manière qui permette d'établir le lien entre les deux. Les informations d'authentification seront séparées de la décision de l'électeur à une étape prédéfinie de l'élection électronique ou du référendum électronique.	Voir les exigences générales (section 11). Il n'y a aucun lien direct entre un bulletin de vote et l'électeur. Les bulletins sont mélangés avant la lecture de l'information enregistrée dans la partie traitable par ordinateur qu'ils contiennent en vue d'empêcher l'établissement de liens indirects.

5.8.1.3 Normes opérationnelles

Notification

36. Les règles internes régissant une élection ou un référendum électroniques établiront un calendrier	Des procédures claires seront établies en ce qui concerne le système de vote électronique proposé.
--	--

clair de toutes les étapes du scrutin ou référendum, aussi bien avant qu'après celui-ci.	
37. La période pendant laquelle un vote électronique pourra être enregistré ne commencera pas avant la notification du scrutin ou du référendum. En particulier pour ce qui est du vote électronique à distance, cette période sera définie et rendue publique bien avant le début du scrutin.	Aucune mesure particulière n'est nécessaire.
38. Bien avant le début du scrutin, les électeurs seront informés dans un langage clair et simple de la manière dont le vote électronique sera organisé et de toutes les démarches qu'ils pourraient avoir à effectuer pour y participer et voter.	Les informations sur la procédure à suivre doivent être fournies aux électeurs.

Electeurs

39. Une liste électorale sera régulièrement mise à jour. L'électeur pourra au moins vérifier les données le concernant qui y figurent et demander des corrections.	Aucune mesure particulière n'est nécessaire.
40. La possibilité de créer une liste électorale électronique et un mécanisme permettant de s'y inscrire en ligne, et, le cas échéant, de demander à voter par voie électronique, sera envisagée. Si la participation au vote électronique nécessite une inscription séparée et/ou des démarches supplémentaires de la part de l'électeur, cela pourra se faire par voie électronique et une procédure interactive sera envisagée dans la mesure du possible.	N.A.
41. Dans les cas où la période d'inscription des électeurs et les dates du scrutin coïncident, des dispositions adéquates seront prises pour l'authentification des électeurs.	N.A.

Candidats

42. La déclaration de candidature en ligne pourra être envisagée.	N.A.
43. Une liste de candidats produite et mise à disposition par voie électronique sera également accessible publiquement par d'autres moyens.	Les Autorités qui ont la charge des élections publient – avant la date des élections – les listes de candidats ainsi que la mise en page des écrans de vote et des bulletins.

Vote

44. Lorsque le vote électronique à distance se déroule pendant l'ouverture des bureaux de vote, il conviendra tout particulièrement de veiller à ce que le système soit conçu de manière à empêcher tout électeur de voter plusieurs fois.	N.A.
45. Le vote électronique à distance pourra commencer et se terminer avant les heures d'ouverture de tout bureau de vote. Il ne se poursuivra pas après la clôture du scrutin dans les bureaux de vote.	N.A.
46. Pour chaque mode de suffrage électronique, des modalités d'aide et d'assistance concernant les procédures de vote seront établies et mises à la disposition des électeurs. Pour le vote électronique à distance, ces modalités seront également accessibles par des moyens de communication différents et généralement accessibles.	Peut être atteint par les procédures en vigueur avant, pendant et après les élections, en fournissant une information adéquate au sujet du processus de vote.
47. Toutes les options de vote seront présentées de manière égale sur l'appareil utilisé pour l'enregistrement du vote électronique.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage.
48. Le bulletin électronique servant à enregistrer le	Similaire au système de vote électronique actuellement en

suffrage sera exempt de toute information sur les options de vote autre que ce qui est strictement nécessaire à l'expression du suffrage. Le système de vote électronique évitera l'affichage d'autres messages susceptibles d'influencer le choix de l'électeur.	usage.
49. S'il est décidé de permettre l'accès à des informations sur les options de vote à partir du site de vote électronique, ces informations seront présentées de manière égale.	N.A.
50. L'attention des électeurs utilisant un système de vote électronique sera explicitement attirée sur le fait que l'élection ou le référendum électroniques pour lequel ils vont enregistrer leur vote par des moyens électroniques est une élection ou un référendum réel. S'il s'agit de tests, l'attention des participants sera explicitement attirée sur le fait qu'ils ne sont pas en train de participer à une élection ou un référendum réel, et ceux-ci seront – si les tests sont concomitants aux scrutins – dans le même temps invités à participer à ce scrutin par le(s) mode(s) de suffrage mis à leur disposition à cette fin.	N.A.
51. Le système de vote électronique à distance ne permettra pas à l'électeur d'obtenir une preuve du contenu du suffrage qu'il a enregistré.	N.A.
52. Dans un environnement supervisé, les informations relatives au suffrage disparaîtront de l'affichage vidéo, audio ou tactile utilisé par l'électeur pour exprimer son suffrage dès l'enregistrement de ce dernier. Quand une preuve papier du vote [électronique] est remise à l'électeur dans le bureau de vote, l'électeur ne doit pas avoir la possibilité de la montrer à toute autre personne ni d'emporter cette preuve à l'extérieur.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage. L'électeur ne conserve aucune preuve du vote émis. L'ordinateur de vote imprime un bulletin dans la partie lisible par un être humain est cachée par l'électeur avant que ce dernier quitte l'isoloir. Le bulletin plié est examiné par le président du bureau de vote et est ensuite déposé dans l'urne par l'électeur.

Résultats

53. Le système de vote électronique ne permettra pas de divulguer le nombre de suffrages exprimés pour les différentes options de vote avant la fermeture de l'urne électronique. Cette information ne sera révélée au public qu'après la clôture de la période du scrutin.	Peut être atteint par les procédures en vigueur avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
54. Le système de vote électronique empêchera que le traitement d'informations relatives aux suffrages exprimés relativement à des sous-ensembles de votants choisis délibérément puisse révéler les décisions individuelles des électeurs.	Voir les exigences générales (section 11).
55. Tout décodage nécessaire au dépouillement des voix interviendra dès que possible après la clôture de la période du scrutin.	Peut être atteint par des procédures adéquates après les élections. Les urnes sont récoltées à l'issue de la période consacrée au vote le jour des élections ; elles sont ensuite rassemblées dans les Centres de Lecture de Bulletins. Lorsqu'un nombre suffisant d'urnes sont rassemblées, elles sont ouvertes et leurs contenus sont mélangés afin de détruire tout lien chronologique pouvant exister par l'introduction séquentielle des bulletins dans les urnes. Les bulletins ainsi mélangés sont soumis à la lecture des informations enregistrées dans la partie traitable par ordinateur de ces bulletins, ce qui produit une version électronique chiffrée des votes émis. La liste de tous ces votes chiffrés est signée numériquement par le président du Centre de Lecture de Bulletins et transmise à un Centre de Déchiffrement de Bulletins où les bulletins électroniques sont déchiffrés, ce qui permet d'en extraire les votes qu'ils contiennent.
56. Les représentants de l'autorité électorale compétente pourront participer au dépouillement des votes, et les	La loi électorale stipule que ceci doit être effectué par le Collège d'Experts et par les témoins des partis : aucune

éventuels observateurs pourront observer leur comptabilisation.	mesure particulière n'est nécessaire.
57. Un procès-verbal du dépouillement des votes électroniques sera établi, avec les heures de début et de fin de l'opération ainsi que des informations sur les personnes qui y ont participé.	Peut être atteint par des procédures adéquates après les élections.
58. En cas d'irrégularité entachant l'intégrité de certains suffrages, ceux-ci seront notés comme tels.	Voir également les recommandations n°107 and 108: il faut que la loi définisse ce qui constitue le vote authentique : l'information enregistrée dans la partie traitable par ordinateur du bulletin, le texte lisible par un être humain ou le bulletin tout entier pour éviter que l'interprétation ne dépende du dispositif de comptage (automatisé ou manuel). Un problème pourrait se produire lorsqu'un bulletin est considéré non valide, mais il sera résolu pour autant que la loi stipule quelle partie du bulletin contient le vote authentique.

Audit

59. Le système de vote électronique pourra faire l'objet d'un audit.	Le système est complètement vérifiable (auditable) : (i) les ordinateurs de vote sont démarrés à partir d'un CD-ROM de démarrage et exécutent un système d'exploitation sous licence logiciel libre ; (ii) le logiciel électoral est publié après sa certification par un certificateur externe ; (iii) les configurations de vote sont publiées après vérification ; (iv) les procédures de vote et d'initialisation et de gestion des CD-ROMs de démarrage pour les ordinateurs de vote sont publiques ; (v) les mécanismes et les procédures de lecture et de comptage des bulletins peuvent être observées par des observateurs indépendants ; (vi) l'électeur peut vérifier que le texte imprimé sur le bulletin correspond effectivement aux votes exprimés à l'aide de l'ordinateur de vote; (vii) des vérificateurs indépendants peuvent sélectionner, de manière aléatoire, des bulletins de vote pour vérifier que le contenu de l'information enregistrée dans la partie traitable par ordinateur de ces bulletins correspond exactement aux textes lisibles imprimés sur ces mêmes bulletins. Voir également les exigences générales (section 11).
60. Les conclusions de l'audit seront prises en compte dans la préparation d'élections et de référendums ultérieurs.	Les recommandations du Collège d'Experts doivent être prises en compte pour les élections suivantes.

5.8.2 Exigences techniques

5.8.2.1 Accessibilité

61. Des mesures seront prises pour garantir que les logiciels et les services concernés puissent être utilisés par tous les électeurs et, si nécessaire, pour fournir un accès à d'autres modes de vote.	La section 5.6.2.4 présente des lignes de conduite spécifiques en matière d'accessibilité pour des systèmes de vote.
62. Les utilisateurs seront impliqués dans la conception des systèmes de vote électronique, en particulier pour identifier les contraintes et tester la facilité d'utilisation à chaque étape majeure du processus d'élaboration.	La section 5.6.2.4 présente des lignes de conduite spécifiques en matière d'accessibilité pour des systèmes de vote; ces lignes de conduite incluent l'implication d'utilisateurs finals dans la conception des écrans de vote et du processus de vote.
63. Les utilisateurs se verront offrir, si la demande en est faite et que la possibilité existe, des fonctions complémentaires telles que des interfaces spéciales ou d'autres ressources équivalentes, comme une assistance personnelle. Les fonctions d'utilisateur seront, autant que possible, conformes aux directives de l'Initiative d'accès au Web (Web Accessibility Initiative-WAI).	La section 5.6.2.4 présente des lignes de conduite spécifiques en matière d'accessibilité pour des systèmes de vote.

64. Dans la conception de nouveaux produits, il conviendra de veiller à leur compatibilité avec les produits existants, y compris ceux utilisant des technologies d'assistance aux personnes handicapées.	Le système proposé est proche du système de vote électronique en usage actuellement.
65. La présentation des options de vote sera optimisée pour l'électeur.	Les sections 5.6.1.5 et 5.6.2.4 présentent des lignes directrices pour la mise en page dans les systèmes de vote électronique.

5.8.2.2 Interopérabilité

66. Des normes ouvertes seront utilisées pour garantir l'interopérabilité des divers éléments techniques ou services d'origines éventuellement différentes d'un même système de vote électronique.	Le système d'exploitation, le logiciel électoral et les fichiers de configuration se basent sur des standards ouverts. Le matériel (ordinateur, dispositif d'affichage, dispositif de sélection, imprimante) utilise des standards du marché, ce qui évite d'être lié à un seul fournisseur.
67. Actuellement, l'EML (Election Markup Language) est une telle norme ouverte et, afin de garantir l'interopérabilité, l'EML sera utilisée autant que possible dans les applications destinées aux élections et référendums électroniques. Le délai du passage des procédures de vote électronique actuelles à l'EML est laissé à l'appréciation des Etats membres. La norme EML en vigueur lors de l'adoption de cette recommandation et la documentation explicative sont disponibles sur le site du Conseil de l'Europe.	Les fichiers de configuration du logiciel électoral peuvent être encodés dans le langage EML.
68. Les besoins spécifiques en matière de données électorales ou référendaires seront gérés par un processus d'adaptation aux conditions locales. Cela permettra d'étendre ou de restreindre les informations à fournir, tout en préservant leur compatibilité avec la version générique de l'EML. La procédure recommandée est l'utilisation d'un langage de schéma structuré et de modélisation.	Les fichiers de configuration du logiciel électoral sont « localisés » afin de prendre en compte les besoins spécifiques des différents bureaux de vote.

5.8.2.3 Fonctionnement des systèmes

69. Les autorités électorales compétentes publieront une liste officielle des logiciels utilisés durant un vote ou référendum électronique. Les Etats membres peuvent, pour des raisons de sécurité, omettre les logiciels de sécurité de cette liste. Celle-ci spécifiera au minimum les logiciels utilisés, leur version et leur date d'installation, et fournira une brève description. Une procédure sera établie pour l'installation régulière des mises à jour et des corrections des logiciels de protection concernés. L'état de protection des équipements de vote pourra être vérifié à tout moment.	Le logiciel électoral peut être rendu public avant les élections. Seules les fichiers de configuration qui contiennent les clés de signature numérique doivent être conservés secrets. Tous les autres fichiers de configurations peuvent être publics, sans restrictions.
70. Les personnes en charge du fonctionnement des équipements définiront une procédure de secours. Tout système de remplacement répondra aux mêmes normes et exigences que le système original.	Ce sont les administrations qui ont la responsabilité de gérer le parc des ordinateurs de vote.
71. Des mesures de secours suffisantes seront mises en place et disponibles en permanence afin d'assurer un déroulement sans heurts du scrutin. Le personnel concerné sera prêt à intervenir rapidement selon une procédure établie par les autorités électorales compétentes.	Tous les ordinateurs de vote d'un même bureau de vote sont interchangeables. Les ordinateurs de vote d'un bureau démarrent à partir d'un CD-ROM de démarrage qui contient toute l'information nécessaire au scrutin. Ce CD-ROM contient le système d'exploitation, le logiciel électoral et le(s) fichier(s) de configuration qui sont compatibles avec les références de démarrage reçues par le président du bureau. Ceci signifie que les ordinateurs de vote d'un autre bureau ou des ordinateurs en réserve peuvent être activés aisément et rapidement en cas de nécessité.
72. Les responsables de l'équipement disposeront de procédures pour garantir que, durant le déroulement	Des contrôles d'accès rigoureux sont mis en place pour garantir que seuls du personnel autorisé est en mesure

du scrutin, les équipements de vote et leur utilisation satisfont aux exigences requises. Des protocoles de contrôle seront régulièrement fournis aux services de secours.	d'utiliser les services offerts par les ordinateurs de vote et leur logiciel pendant la période des élections.
73. Avant chaque scrutin ou référendum, l'équipement sera vérifié et approuvé conformément à un protocole établi par les autorités électorales compétentes. L'équipement sera vérifié afin de garantir sa conformité aux spécifications techniques. Les conclusions seront soumises aux autorités électorales compétentes.	La description du cycle de vie des systèmes des ordinateurs de vote inclut l'initialisation des CD-ROMs de démarrage de ces derniers avant le jour des élections et la réinitialisation des ordinateurs à leurs réglages d'usine après le jour des élections. Les administrateurs systèmes ont la responsabilité de désactiver les fonctions et les composants matériels non nécessaires pour le vote.
74. Toute opération technique sera soumise à une procédure officielle de contrôle. Tout changement substantiel sur un équipement clé sera notifié.	La description du cycle de vie des systèmes des ordinateurs de vote inclut la certification du logiciel, des fichiers de configuration et des CD-ROMs de démarrage. Le passage d'une étape du cycle de vie à la suivante ne peut se faire qu'après la réussite des étapes précédentes.
75. Les équipements clés du vote ou référendum électronique seront situés dans une zone protégée, gardée en permanence contre des interférences de toutes sortes et de toute personne pendant la période du scrutin ou du référendum. Un plan de prévention des risques physiques sera mis en place pendant la période du scrutin ou du référendum. De plus, toutes les données conservées après la période du scrutin ou du référendum le seront en lieu sûr.	Entre deux périodes d'élections, les ordinateurs de vote sont soit conservés dans un environnement sécurisé, soit rendus à leur(s) fournisseur(s). A la fin d'une période de vote, tous les ordinateurs de vote sont désactivés : leurs dispositifs de stockage de masse sont remis dans leur état initial par effaçage sécurisé de leur contenu.
76. En cas d'incident susceptible d'affecter l'intégrité du système, les personnes chargées du fonctionnement de l'équipement en informeront immédiatement les autorités électorales compétentes, qui prendront les mesures nécessaires pour en atténuer les effets. Le niveau d'incident à signaler sera spécifié à l'avance par les autorités électorales.	Peut être atteint par les procédures en vigueur avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).

5.8.2.4 Sécurité

Exigences générales

77. Des mesures techniques et organisationnelles seront prises pour s'assurer qu'aucune donnée ne sera définitivement perdue en cas de panne ou de défaut affectant le système de vote électronique.	Aucun des ordinateurs de vote ne contient d'information critique susceptible de mettre en danger le système de vote complet. La perte définitive d'un de ces ordinateurs n'a aucun impact sur le fonctionnement des autres ordinateurs de vote.
78. Le système de vote électronique préservera la vie privée des personnes. La confidentialité des listes électorales enregistrées ou communiquées par le système sera assurée.	Aucun lien n'existe entre l'identité d'un électeur et le bulletin qui consigne son vote. Les ordinateurs de vote sont activés par un jeton de vote anonyme qui ne peut être utilisé qu'une seule fois. Les ordinateurs de vote n'enregistrent aucune information qui permettrait d'identifier un électeur.
79. Le système de vote électronique vérifiera régulièrement la conformité aux spécifications techniques du fonctionnement de ses éléments et la disponibilité de ses services.	La description du cycle de vie des systèmes des ordinateurs de vote inclut l'exécution d'un test de fonctionnement à chaque activation de ces ordinateurs (auto-test).
80. Le système de vote électronique restreindra l'accès à ses services, en fonction de l'identité de l'utilisateur ou de son rôle, aux services explicitement ouverts à cet utilisateur ou à ce rôle. L'identité de l'utilisateur sera établie avant toute action.	Des contrôles d'accès rigoureux sont mis en place pour empêcher tout accès à l'ordinateur de vote et à ses services. L'administrateur systèmes des ordinateurs de vote a la responsabilité de configurer le BIOS des ordinateurs de façon à garantir qu'il n'est pas possible de les démarrer autrement qu'à partir du lecteur de CD-ROM. Remarquons cependant qu'une personne mal intentionnée qui obtiendrait un CD-ROM de démarrage pour ordinateur de vote pourrait en extraire la (les) clé(s) privée(s) de

	signature enregistrées dans les fichiers de configuration s'il était également en mesure d'obtenir les références de démarrage du président du bureau de vote auquel cet ordinateur est destiné. Il est donc important de mettre en place des mesures organisationnelles pour garantir que les CD-ROMs de démarrage ne soient pas accessibles à des personnes non autorisées avant la fin des élections. Des mesures semblables doivent protéger le transport des urnes scellées entre le bureau de vote et le Centre de Lecture de Bulletins pour garantir l'impossibilité d'introduire des bulletins dans l'urne après la clôture du bureau de vote.
81. Le système de vote électronique ou ses éléments protégeront les données d'authentification de manière à empêcher des entités non autorisées de détourner, d'intercepter, de modifier ou de prendre connaissance de toute autre manière de tout ou partie de ces données. Dans des environnements non contrôlés, il est recommandé de recourir à une authentification fondée sur la cryptographie.	L'information privilégiée contenue dans les fichiers de configuration d'un ordinateur de vote est chiffrée en utilisation une clé cryptographique qui dépend de la référence de démarrage du président du bureau de vote, ce qui empêche tout accès non autorisé pour autant que le secret de la référence de démarrage ne soit pas compromis.
82. L'identification des électeurs et des candidats sera assurée d'une manière qui permette de les distinguer sans le moindre doute de toute autre personne (identification exclusive).	Le président d'un bureau de vote est en possession d'une liste authentique des électeurs invités à voter dans on bureau. Moyennant présentation d'une preuve d'identité (par exemple : la carte d'identité nationale), le président du bureau de vote peut confirmer l'identité de la personne et vérifier sa qualité d'électeur.
83. Le système de vote générera des données d'observation assez détaillées et fiables pour permettre l'observation du scrutin. Il sera possible de déterminer de manière fiable la date et l'heure à laquelle un événement a généré des données d'observation. L'authenticité, la disponibilité et l'intégrité des données d'observation seront assurées.	N.A. : les ordinateurs de vote ne comportent aucun dispositif de stockage persistant et ne sont donc pas en mesure d'enregistrer la moindre information.
84. Le système de vote électronique sera doté d'horloges synchronisées fiables. La précision de ce système d'horodatage sera suffisante pour gérer l'enregistrement de la date et l'heure des relevés d'audit et des données d'observation, ainsi que les limites des délais d'inscription, de désignation, de vote ou de dépouillement.	N.A. : en raison de l'absence d'interface réseau, les ordinateurs de vote fonctionnent de manière isolée, sans moyens de synchronisation de leurs horloges internes.
85. Les autorités électorales assumeront la responsabilité générale du respect de ces exigences de sécurité, qui seront contrôlées par des organismes indépendants.	Des vérificateurs indépendants doivent vérifier que les procédures correctes sont exécutées de manière correcte.

Exigences en période pré-électorale

86. L'authenticité, la disponibilité et l'intégrité des listes électorales et des listes de candidats seront préservées. L'origine des données sera authentifiée. Les dispositions relatives à la protection des données seront respectées.	Les administrations prennent en charge la constitution de ces listes.
87. Il sera possible d'établir si la désignation des candidats et, le cas échéant, la décision du candidat et/ou de l'autorité électorale compétente d'accepter une désignation sont intervenues dans les délais prescrits.	Les administrations font le nécessaire pour satisfaire cette recommandation.
88. Il sera possible d'établir si l'inscription des électeurs est intervenue dans les délais prescrits.	Les administrations font le nécessaire pour satisfaire cette recommandation.

Exigences pendant la période du scrutin

89. L'intégrité des données communiquées à partir de la période préélectorale (par exemple les listes électorales et les listes des candidats) sera assurée. L'origine des données sera authentifiée.	Des contrôles d'accès rigoureux sont mis en place pour contrôler l'accès aux ordinateurs de vote. L'intégrité des fichiers de configuration est vérifiée à chaque exécution de la procédure d'auto-test de chaque ordinateur de vote.
90. On garantira que le système de vote électronique	Les fichiers de configuration enregistrés dans les CD-

présente un bulletin authentique à l'électeur. En cas de vote électronique à distance, l'électeur sera informé des moyens de vérifier que la connexion est établie avec le serveur authentique et qu'un bulletin authentique lui est présenté.	ROMs de démarrage de chaque ordinateur de vote sont préparés par du personnel muni des autorisations nécessaires dans un environnement sécurisé. Le logiciel électoral est initialisé de manière telle qu'il affiche effectivement les listes de candidats qui prennent part au scrutin qui correspondent au bureau de vote pour lequel l'électeur a été authentifié.
91. Il sera possible d'établir qu'un suffrage a été exprimé dans les délais prescrits.	Ceci doit être garanti à l'aide de dispositions procédurales et organisationnelles.
92. Des mesures suffisantes seront prises pour assurer la protection des systèmes utilisés par les électeurs pour exprimer leur suffrage contre des influences pouvant modifier leur décision.	Il n'y a aucune occasion dans laquelle il serait possible d'exercer une influence pendant le processus de vote. L'électeur est seul dans l'isoloir (sauf pour certains cas d'électeurs handicapés). Une fois qu'il quitte l'isoloir, son bulletin est plié ou inséré dans une enveloppe de manière telle que les votes ne sont pas visibles (si ce n'est pas le cas, le président du bureau de vote annulera son bulletin et lui demandera de recommencer son vote).
93. Les informations résiduelles qui renferment la décision de l'électeur ou l'image d'écran où s'affiche son choix seront détruites dès que le suffrage est exprimé. En cas de vote électronique à distance, l'électeur sera informé de la procédure à suivre pour effacer, si possible, les traces du suffrage exprimé de l'appareil utilisé pour enregistrer son suffrage.	N.A. : les ordinateurs de vote ne conservent aucune information sur les votes émis par les électeurs.
94. Le système de vote électronique vérifiera en premier lieu que l'utilisateur qui essaie de voter est habilité à le faire. Le système authentifiera l'électeur et s'assurera que seul le nombre approprié de suffrages par électeur sera enregistré et stocké dans l'urne électronique.	Le président du bureau de vote vérifie l'identité et la qualité d'électeur de toute personne qui se présente pour voter. Une fois les vérifications accomplies, l'électeur reçoit un jeton de vote qui lui permet d'amorcer le processus de vote de l'ordinateur de vote. Il est impossible de voter sans disposer d'un jeton de vote valide.
95. Le système de vote électronique garantira que la décision de l'électeur sera représentée avec exactitude dans le suffrage exprimé et que le vote scellé parviendra à l'urne électronique.	L'ordinateur de vote imprime un bulletin comportant deux parties: un texte lisible par un être humain et une partie traitable par ordinateur. L'électeur est invité à vérifier et à confirmer que le texte reprend bien le(s) vote(s) qu'il a émis. Des vérificateurs indépendants peuvent vérifier que les l'information enregistrée dans la partie traitable par ordinateur de bulletins choisis aléatoirement correspondent bien aux textes lisibles par un être humain sur ces mêmes bulletins.
96. A l'issue de la période du scrutin électronique, aucun électeur n'aura accès au système de vote électronique. L'acceptation des suffrages électroniques dans l'urne électronique se poursuivra toutefois pendant un délai acceptable pour tenir compte des éventuels retards de transmission des messages au travers des différents modes de vote électronique.	A l'issue de la période consacrée au vote le jour des élections, tous les ordinateurs de vote sont désactivés : leurs réglages BIOS sont remis dans leur état sortie d'usine. Ces ordinateurs ne comportent pas de dispositifs de stockage permanent.

Exigences pendant la période post-électorale

97. L'intégrité des données communiquées pendant la période du scrutin (par exemple votes, inscription des électeurs, listes de candidats) sera préservée. L'origine des données sera authentifiée.	L'information envoyée des Centres de Lecture de Bulletins vers leurs Centres de Déchiffrement de Bulletins, de ceux-ci vers les Premiers Centres de Totalisation, et ainsi de suite jusqu'au Centre Final de Totalisation est signée numériquement par le biais de la carte d'identité électronique du président de chacun de ces Centres.
98. Le dépouillement décomptera les voix avec précision. Il sera reproductible.	Des procès-verbaux officiels sont produits pour faire rapport sur les différentes étapes du processus de vote : d'une urne vide au Centre Final de Totalisation.
99. Le système de vote électronique assurera, aussi longtemps que nécessaire, la disponibilité et l'intégrité des urnes électroniques et du résultat du dépouillement.	Cette exigence peut aisément être rencontrée par l'application de procédures adéquates en ce qui concerne la conservation et le traitement des bulletins de vote.

5.8.2.5 Audit

Général

100. Le système d'audit sera conçu et implanté comme une partie intégrante du système de vote électronique. Des fonctions d'audit existeront à différents niveaux du système : logique, application et technique.	Les procédures du système de vote proposé définissent avec précision les rôles et activités des différents vérificateurs qui agissent avant, pendant et après le scrutin. Le logiciel électoral sera conçu sur base de spécifications qui incluent la fourniture de fonctions d'audit.
101. Un audit complet d'un système de vote électronique inclura l'enregistrement, la fourniture des fonctions de contrôle et celle des fonctions de vérification. C'est pourquoi des systèmes d'audit possédant les caractéristiques exposées aux sections II à V ci-dessous seront utilisés pour satisfaire à ces exigences.	Cette exigence ne s'applique pas dans sa totalité, puisque le système proposé n'est pas automatisé de bout en bout. Les procès-verbaux officiels font rapport sur les activités d'audit des vérificateurs indépendants.

Enregistrement

102. Le système d'audit sera ouvert et complet, et signalera activement les problèmes et menaces potentiels.	Les procédures d'audit sont ouvertes par leur conception même.
103. Le système d'audit enregistrera les dates et les heures, les événements et les actions, y compris: a. toutes les informations relatives au scrutin, y compris le nombre d'électeurs habilités, le nombre de suffrages exprimés, le nombre de votes déclarés invalides, les dépouillements, etc. ; b. toute attaque contre le système de vote électronique et ses infrastructures de communication ; c. les pannes du système, ses défaillances et les autres menaces contre le système.	Ces informations seront incluses dans les procès-verbaux officiels produits par les vérificateurs.

Contrôle

104. Un système d'audit permettra de surveiller l'élection ou le référendum et de vérifier la conformité des résultats et des procédures électorales aux dispositions légales pertinentes.	Les mécanismes de vérification inclus dans le système de vote proposé permettent la vérification des résultats d'un scrutin ; ils permettent également la vérification du processus tout entier en sélectionnant des bulletins de manière aléatoire et en confirmant que les informations enregistrées dans la partie traitable par ordinateur qu'ils comportent correspondent bien aux textes lisibles par un être humain.
105. Les informations de l'audit ne seront pas divulguées à des personnes non autorisées.	La divulgation des informations relatives à l'audit se fera selon le prescrit légal.
106. Le système d'audit préservera constamment l'anonymat des électeurs.	Aucun lien n'existe entre un électeur et un quelconque bulletin de vote. Ceci implique que même les vérificateurs n'auront pas la possibilité de rétablir un tel lien.

Vérification

107. Le système d'audit permettra de faire le contrôle croisé et la vérification du bon fonctionnement du système de vote électronique et de l'exactitude du résultat, de détecter les fraudes des électeurs et de fournir la preuve que tous les suffrages comptabilisés sont légitimes et que tous les votes authentiques sont comptabilisés.	Les procédures d'audit imposent la vérification croisée des résultats partiels avec le nombre d'urnes traitées et avec les bulletins qu'elles contiennent
108. Un audit permettra de vérifier qu'un scrutin ou un référendum électronique s'est déroulé conformément aux dispositions juridiques applicables, l'objectif étant d'établir que les résultats représentent les suffrages authentiques de manière exacte.	La certification indépendante du système d'exploitation, du logiciel électoral et des fichiers de configuration doit être effectuée avant les élections afin de confirmer que ces éléments du dispositif satisfont le prescrit légal.

Divers

109. Le système d'audit sera protégé contre les attaques susceptibles de corrompre, d'altérer ou de détruire ses propres données.	Tout procès-verbal officiel doit être signé numériquement en vue d'empêcher toute modification ultérieure non détectée.
110. Les Etats membres prendront les mesures nécessaires pour garantir la confidentialité de toute information obtenue par toute personne participant à l'audit.	Cette exigence doit être satisfaite par le biais de moyens organisationnels appropriés.

5.8.2.6 Homologation

111. Les Etats membres sont invités à mettre en place des procédures d'homologation permettant de tester tout élément informatique et de vérifier sa conformité aux exigences techniques décrites dans cette recommandation.	Les procédures prévues incluent la certification nécessaire du matériel, des logiciels, des procédures et des configurations.
112. Soucieux d'améliorer la coopération internationale et d'éviter les doubles emplois, les Etats membres envisageront de faire adhérer leurs organismes respectifs qui ne l'auraient pas encore fait aux accords internationaux pertinents de reconnaissance mutuelle tels que la Coopération européenne pour l'accréditation (European Co-operation for Accreditation-ECA), la Coopération internationale sur l'agrément des laboratoires d'essais (International Laboratory Accreditation Cooperation-ILAC), le Forum international de l'accréditation (International Accreditation Forum-IAF) et les autres organismes similaires.	Le système de vote propose peut être mis à disposition d'autres pays qui souhaitent augmenter la confiance de leurs citoyens dans le vote automatisé.

6 Systèmes de vote à lecture optique directe des bulletins de vote

6.1 Raisons pour lesquelles le Consortium n'a pas retenu ce type de système de vote

Dans ce type de système de vote, l'électeur marque manuellement ses choix sur un bulletin en papier et c'est le bulletin tout entier (et non pas, par exemple, un code à barres) qui est soumis à la lecture optique. C'est pour cela que l'on parle ici de lecture « directe ».

Bien qu'il soit possible d'organiser le vote à lecture optique directe de telle manière que l'électeur ne voie que peu de différences avec le vote traditionnel sur bulletins en papier, le prix à payer est un traitement gourmand en ressources informatiques. L'inconvénient majeur de ce type de système de vote est que la lecture optique directe est un processus coûteux, relativement lent et susceptible d'erreurs, surtout pour des bulletins de grande taille.

En outre, la lecture optique directe produit de grandes quantités d'informations qu'il faut transmettre et conserver pour pouvoir effectuer des vérifications. Un meilleur équilibre coûts/bénéfices est obtenu en utilisant un ordinateur pour voter, ce qui réduit considérablement le travail à effectuer plus tard pour traiter les votes émis.

6.2 Remarques liminaires

Un lecteur optique est un dispositif qui est capable de lire du texte ou des images sur papier et de les transformer en informations exploitables par un ordinateur. Un lecteur optique fonctionne en numérisant une image – en la divisant en une grille d'éléments dont chaque élément peut être représenté par un 1 ou un 0 selon que cet élément est ou non rempli. La matrice binaire qui résulte de ce processus peut ensuite être enregistrée dans un fichier, affichée sur un écran et traitée par des programmes.²²

Les systèmes de vote à lecture optique directe utilisent un lecteur optique pour enregistrer le vote, mais pas pour l'exprimer. Ces systèmes exigent des électeurs qu'ils marquent leurs choix sur des bulletins en papier, qui sont ensuite lus par des lecteurs optiques en vue d'enregistrer les votes. L'existence des bulletins en papier permet de détecter d'éventuels problèmes si l'on compte les bulletins manuellement et si on compare les résultats avec ceux obtenus par le traitement automatisé.²³

La lecture optique directe est utilisée, dans les systèmes de vote, afin d'accélérer et d'améliorer la fiabilité du vote sur bulletins en papier. Son avantage principal est de ne pas entraîner de modifications substantielles du vote traditionnel sur bulletins en papier et de permettre un contrôle visuel du processus.

Des expériences de lecture optique ont été effectuées en Belgique pendant les élections de 2003. Le processus s'est avéré coûteux et sujet à de nombreuses limitations techniques. Afin de pouvoir être lus par les lecteurs optiques, les bulletins ne pouvaient pas comporter plus de 20 listes de candidats, avec un nombre limité de candidats par liste. Le système mis en place exigeait de plus un prétraitement manuel

²² Cette description est extraite de :
http://www.webopedia.com/TERM/o/optical_scanner.html

²³ Cette description est extraite de :
<http://www.wired.com/politics/security/news/2005/07/68097>

des bulletins afin d'éliminer les bulletins non valides avant la lecture optique.²⁴

Le Consortium a étudié d'autres technologies permettant la lecture optique directe des bulletins. En vue de résoudre le problème de la taille des bulletins, on a examiné la possibilité de désigner les candidats par des numéros sur les bulletins de vote. Enfin, la possibilité de numéroter les bulletins en vue d'empêcher certains types de fraude a également été examinée.

6.3 Une famille de systèmes

Les systèmes de vote décrits dans le présent chapitre partagent tous un certain nombre de caractéristiques communes, décrites dans la section « Portée » ci-dessous. Différents choix peuvent cependant être effectués et ces choix résultent en des systèmes de vote sensiblement différents les uns des autres, qui ont tous des avantages et des inconvénients particuliers et qui exigent une organisation et des procédures spécifiques. En d'autres mots, le présent chapitre décrit une famille de systèmes de vote à lecture optique directe des bulletins de vote ; des décisions politiques et juridiques seraient nécessaires s'il était décidé de choisir un des systèmes en question comme le système pour la Belgique.

Le présent chapitre décrit les principaux choix à effectuer si l'on souhaite implémenter un système à lecture optique directe des bulletins de vote, ainsi que les conséquences de ces choix. Ceci permet aux décideurs de faire des choix en toute connaissance de cause.

6.3.1 Portée

Tous les systèmes à lecture optique directe des bulletins de vote décrits dans le présent chapitre s'appuient sur un certain nombre de principes communs :

- Après avoir été identifié et après confirmation qu'il est autorisé à voter dans le bureau de vote où il se présente, l'électeur reçoit un bulletin de vote en papier.
- Dans l'isoloir, l'électeur exprime ses votes sur le bulletin en assombrissant une ou plusieurs zones (« zones-cibles ») situées à côté des identifiants des listes et/ou des candidats.
- A un point précis du processus, le bulletin est soumis à la lecture optique par un dispositif (« lecteur optique ») qui reconnaît les zones qui ont été assombries par l'électeur et interprète cette information pour déterminer les listes et/ou les candidats pour lesquels des votes ont été exprimés. Les votes ainsi identifiés sont traités par une infrastructure informatique (matériel, logiciel, réseau). Les bulletins en papier sont conservés aussi longtemps que nécessaire pour permettre un recomptage manuel comme déterminé par la loi.
- Des procédures organisationnelles veillent à faire en sorte qu'un électeur ne puisse soumettre qu'un seul bulletin par scrutin et donc qu'il ne puisse voter qu'une seule fois.

²⁴ Archives du Sénat de Belgique, Demande d'explications de M. Philippe Mahoux au vice-premier ministre et ministre de l'Intérieur sur «le vote électronique» (n° 3-197), 1er Avril 2004, disponible en ligne à l'URL : <http://www.senat.be/www/?Mlval=/publications/viewPubDoc&TID=50334687&LANG=fr> (dernier accès : 29 août 2007).

- Des procédures organisationnelles veillent à faire en sorte qu'un électeur qui a marqué son bulletin de manière non conforme à ses intentions puisse faire annuler ce bulletin et recevoir un nouveau bulletin pour recommencer le vote.

Note: Les systèmes étudiés ici ne font pas appel aux techniques de reconnaissance de caractères (OCR) ; ils font également l'hypothèse que les bulletins sont marqués à la main.

6.3.2 Concepts et terminologie

- Le **bulletin** est un formulaire papier préimprimé qui respecte les contraintes imposées par la lecture optique en ce qui concerne sa conception, son poids, la couleur de l'arrière-plan et la taille (voir plus loin). Si le nombre d'éléments à imprimer est grand, un bulletin de vote peut être composé de plusieurs **feuilles**, éventuellement utilisées sur les deux faces (recto-verso).
- Un **élément de vote** est une entité pour laquelle il est possible d'émettre un vote pendant le scrutin ; dans le système électoral en vigueur actuellement en Belgique, les seuls éléments de vote sont les **listes** et les **candidats**.
- Un **identifiant** est une manière acceptée pour désigner un élément de vote de façon unique et non ambiguë. Pour une liste, cela peut être son nom complet, une abréviation reconnue, un logo, etc. ; pour un candidat, cela peut être son nom complet, une partie non ambiguë de son nom complet, un numéro unique, une combinaison d'un numéro et du nom (complet ou partiel), etc.
- Le bulletin de vote comporte une colonne par liste et, dans chaque colonne, une ligne par candidat. Les listes et les candidats sont désignés sur le bulletin par leurs identifiants.
- Sur la même ligne et à côté de l'identifiant de chaque élément de vote se trouve une **zone cible**, qui doit être assombrie d'une manière spécifiée par un instrument d'écriture également spécifié pour indiquer un **vote** pour cet élément de vote. Une zone cible peut être constituée d'un point blanc centré sur un carré noir ou un ovale ; toute autre moyen intuitivement compréhensible peut être utilisé pour recevoir un vote, pour autant que ce soit stipulé dans la loi électorale. Les électeurs doivent être informés de la nécessité de remplir la zone cible de manière complète.



123 Vanpieperzele Jules



123 Vanp. J.

Identifiant complet

Identifiant abrégé

- La lecture optique des bulletins de vote peut s'effectuer à l'aise de deux technologies différentes :
 - La technologie à **senseurs discrets** : cette approche déjà ancienne consiste à déplacer le bulletin au dessus d'une rangée de senseurs, ce qui permet à ces derniers de détecter quelles zones cibles ont été assombries ; ceci produit une série de coordonnées (X,Y), qui sont ensuite corrélées avec les éléments de vote par un logiciel approprié.
Le Prof. D. W. Jones, de l'Université de l'Iowa, a démontré de manière

convaincante²⁵ que cette technologie est relativement peu fiable: différents lecteurs optiques ou un même lecteur calibré de différentes manières peut souvent produire des résultats différents. De plus, la résolution est limitée par le nombre de senseurs qu'il est possible de placer sur une rangée, le type de senseurs mis en œuvre doit correspondre à moyen de marquage utilisé à et sa couleur, les systèmes sont sensibles aux distorsions du papier, à un mauvais alignement, au chiffonnage, aux plis, etc.

- La technologie à **pixels** : dans cette approche, une image numérisée (en d'autres mots : une photo numérique) est prise de chaque feuille (ou de chaque face de chaque feuille, si nécessaire) du bulletin ; ces images sont ensuite analysées par un logiciel adéquat. On affirme souvent (principalement par les fournisseurs de ce type d'appareils) que cette technologie n'a aucun des inconvénients de la technologie à senseurs discrets²⁶, bien que certains des problèmes mentionnés par le Prof. D. W. Jones subsistent (par exemple : combien de pixels doivent-ils être pris en considération pour déterminer qu'une zone cible a ou non été marquée ?). Ceci dit, comparée à l'approche par senseurs discrets (dans laquelle la détection est effectuée par le matériel), cette approche-ci (dans laquelle la détection est effectuée par le logiciel) possède un potentiel nettement plus élevé en matière de fiabilité et de flexibilité.

Note: En raison de sa supériorité intrinsèque, nous considérerons dans la suite uniquement les systèmes de vote par lecture optique directe des bulletins qui utilisent la **technologie à pixels**.

- Un **ensemble de votes** est la collection de tous les votes exprimés (marqués) sur un bulletin. Le but de la **lecture optique** est, au minimum, d'identifier l'ensemble de votes contenu sur chaque bulletin, ce qui représente les suffrages exprimés pour autant que la lecture optique est correcte.
- Le **comptage** ou la **tabulation** d'un ensemble de votes consiste à additionner les votes de cet ensemble de votes aux éléments de vote correspondants (listes et/ou candidats).
- La lecture optique et le comptage peuvent être effectués de concert, dans le même dispositif (le comptage se faisant évidemment après la lecture optique) ou séparément, à des moments différents du processus de vote et dans des dispositifs différents.

6.4 Options et choix pour les systèmes de vote à lecture optique directe des bulletins

Nous décrivons à présent une série d'options et de choix qui doivent être sélectionnés lorsque l'on conçoit un système de vote à lecture optique directe des bulletins de vote. Nous présenterons les avantages et les inconvénients de chaque option ou choix.

6.4.1 Types de bulletins

Nous pouvons distinguer différents types de bulletins pour les familles de systèmes de vote à lecture optique directe.

²⁵ <http://www.cs.uiowa.edu/~jones/voting/optical/> (dernier accès le 4 octobre 2007).

²⁶ <http://www.verifiedvoting.org/downloads/OpticalVote-Trakker.pdf> (dernier accès le 4 octobre 2007).

1. Les **bulletins traditionnels** en usage en Belgique: leur taille dépend du nombre de listes et du nombre de candidats ; elle peut varier entre arrondissements électoraux. Des exemples existent de bulletins ayant des dimensions allant jusqu'à 80 cm x 50 cm. Ces bulletins sont fournis pliés à l'électeur, qui les dépose à nouveau pliés dans l'urne afin de garantir le secret du vote.
2. **Bulletins de taille fixe et standardisée** : ces bulletins ont une taille pour laquelle des lecteurs optiques existent sur le marché (A4, A3, A2 or A1)²⁷. Plus la taille est grande, plus les lecteurs optiques sont coûteux.
3. **Bulletins de taille standard, à double face** : ces bulletins permettent d'utiliser les deux faces d'une feuille pour exprimer un vote.
4. **Bulletins multi-feuilles** : ces bulletins se composent de plusieurs feuilles (éventuellement à double face).
5. Bulletins de "**style Lotto**": ce sont des bulletins de taille fixe et standard (plus petits qu'un A4), tels que ceux utilisés au Lotto.

Dans les cas où il n'y a pas assez de place pour imprimer l'information complète sur le bulletin, il est possible d'utiliser des identifiants raccourcis (mais non ambigus), tels que le numéro d'un candidat et les premières lettres de son nom ; l'isoloir doit alors contenir une affiche ou un livret avec l'information complète.

Puisque le pliage des bulletins peut avoir un impact négatif sur la lecture optique, la confidentialité doit être assurée par d'autres moyens. Aux Etats-Unis, on utilise des « enveloppes de confidentialité » ("secrecy sleeves") : l'électeur introduit son bulletin dans une telle enveloppe avant de quitter l'isoloir. Les bulletins doivent alors être extraits des enveloppes avant la lecture optique.

Pour éviter l'introduction de bulletins frauduleux dans le circuit, il est possible d'estampiller les bulletins avant de les remettre aux électeurs.

Le tableau ci-dessous présente les avantages et inconvénients des différents types de bulletins de vote.

Type de bulletins		Avantages	Inconvénients
1	Traditionnel	<ul style="list-style-type: none"> • Bien connus de tous: aucun apprentissage nécessaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Maniement difficile • Lent et coûteux • Difficiles à traiter par des lecteurs optiques du marché (taille, plis)
2	Fixe, taille standard	<ul style="list-style-type: none"> • Faciles à manier • Lecteurs optiques disponibles et relativement peu coûteux (si A4 or A3) 	<ul style="list-style-type: none"> • Peut demander d'utiliser des identifiants abrégés pour des scrutins avec beaucoup de listes et de candidates: plus grand risque d'erreur pendant le • Le secret exige l'utilisation d'une enveloppe
3	Double face	<ul style="list-style-type: none"> • Plus de place que sur les bulletins à simple face 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque d'oubli de retourner le bulletin pendant le vote

²⁷ A4: 21,0 cm x 29,7 cm A3: 29,7 cm x 42,0 cm A2: 42,0 cm x 59,4 cm A1: 59,4 cm x 84,1 cm

			<ul style="list-style-type: none"> • Visibilité différente des candidats figurant au recto de celle des candidats figurant au verso du bulletin • Processus de lecture optique plus complexe, donc plus coûteux • Le secret exige l'utilisation d'une enveloppe
4	Multi-feuilles	<ul style="list-style-type: none"> • Encore plus de place que dans les bulletins simples à double face • Permet l'utilisation d'identifiants complets (pas besoin d'abréviations) 	<ul style="list-style-type: none"> • Processus de lecture optique plus long • L'omission d'une feuille est une cause d'annulation du bulletin • Le secret exige l'utilisation d'une enveloppe
5	“Style Lotto”	<ul style="list-style-type: none"> • Faciles à manier • Lecteurs optiques peu coûteux 	<ul style="list-style-type: none"> • Plus grand risque d'erreurs en notant les votes • La présence et l'intégrité des listes de candidats affichées dans l'isoloir doivent être vérifiées avant l'entrée de chaque électeur dans l'isoloir. • Le secret exige l'utilisation d'une enveloppe • Problème potentiel d'image (Election = loterie)

6.4.2 Où et quand effectuer la lecture optique

La lecture optique est le processus qui produit une image numérisée du bulletin et qui interprète cette image en vue d'en extraire l'ensemble des votes qu'elle contient.

Nous examinons quatre possibilités :

1. L'isoloir est équipé d'un lecteur optique et d'un écran de visualisation. L'électeur effectue lui-même la lecture optique de son bulletin de vote ; l'écran affiche l'image lue et l'ensemble de votes détecté par le logiciel. Si l'ensemble de votes est non valide (par exemple : votes dans plusieurs listes), l'ensemble de votes et le bulletin sont annulés et l'électeur est prié de demander un nouveau bulletin et de recommencer le processus. Si l'ensemble de votes détecté est accepté comme étant valide et si l'électeur constate que l'ensemble de votes correspond effectivement aux votes émis, il confirme son vote ; si ce n'est pas le cas, il signale une erreur de lecture optique aux membres du bureau de vote et il recevra un nouveau bulletin pour recommencer dans un autre isoloir. Il sera alors procédé à une vérification du lecteur optique qui a produit l'erreur et, si nécessaire, à son remplacement.
2. L'isoloir n'est pas équipé d'un lecteur optique: la lecture optique est effectuée par l'électeur dans le bureau de vote à l'aide d'un équipement disposé de

manière à préserver le secret du vote; cet équipement permet les mêmes vérifications que dans le cas précédent : le bulletin est vérifié pour sa conformité avec les règles électorales et l'électeur vérifie que la lecture optique et que l'extraction de l'ensemble des votes sont corrects.

Un exemple de système de vote qui fonctionne selon ce principe est le Optical VOTE-TRAKKER[®] de la firme Avante²⁸.

3. L'isoloir n'est pas équipé d'un lecteur optique: la lecture optique est effectuée par l'électeur dans le bureau de vote à l'aide d'un équipement disposé de manière à préserver le secret du vote; la seule vérification effectuée est la conformité avec les règles électorales. Si l'ensemble de votes est non valide (par exemple : votes dans plusieurs listes), l'ensemble de votes et le bulletin sont annulés et l'électeur est prié de demander un nouveau bulletin et de recommencer le processus. Le lecteur possède deux bacs de sortie: un pour les bulletins valides, l'autre pour les bulletins non valides. Ce type d'équipement est produit par de nombreux fournisseurs.
4. Ni l'isoloir, ni le bureau de vote ne disposent d'un lecteur optique : la lecture optique est effectuée dans le Premier Centre de Totalisation après que les urnes aient été collectées et transportées dans ce Centre. Chaque fois que l'ensemble de votes détectés est non valide (par exemple : votes dans plusieurs listes), l'ensemble de votes et le bulletin sont annulés. Le lecteur possède deux bacs de sortie: un pour les bulletins valides, l'autre pour les bulletins non valides. Ce type d'équipement est produit par de nombreux fournisseurs.

Le tableau ci-dessous présente les avantages et inconvénients des quatre différentes approches de la lecture optique des bulletins.

Lecture: où et quand		Avantages	Inconvénients
1	Dans l'isoloir, par l'électeur	<ul style="list-style-type: none"> • Détection instantanée d'erreurs de vote (p. ex.: votes pour plusieurs listes) et possibilité de demander à recommencer • Détection instantanée d'erreurs de lecture optique et possibilité de demander à recommencer • Pas besoin d'enveloppe de confidentialité 	<ul style="list-style-type: none"> • Manipulation de feuille(s) par l'électeur: danger de bourrages, etc. • Un lecteur optique par isoloir: coûteux • Il faut empêcher la lecture de bulletins frauduleux • Il faut récupérer les votes enregistrés dans chaque isoloir à l'issue de la période consacrée au vote

²⁸ <http://www.avantetech.com/products/elections/optical/> (dernier accès le 4 octobre 2007).

2	Dans le bureau de vote, avec vérification par l'électeur	<ul style="list-style-type: none"> • Détection d'erreurs de vote (p. ex.: votes pour plusieurs listes) et possibilité de demander à recommencer • Détection d'erreurs de lecture optique et possibilité de demander à recommencer 	<ul style="list-style-type: none"> • Manipulation de feuille(s) par l'électeur: danger de bourrages, etc. • Nécessité d'utiliser des enveloppes de confidentialité entre l'isoloir et le lecteur optique : complexité accrue • La lecture optique et la vérification prennent du temps : risque de goulets d'étranglement
3	Dans le bureau de vote, sans vérification par l'électeur	<ul style="list-style-type: none"> • Détection d'erreurs de vote (p. ex.: votes pour plusieurs listes) • Manipulation des feuilles par le personnel du bureau de vote • Lecture optique rapide 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune possibilité, pour l'électeur, de vérifier que la lecture optique s'effectue correctement • Nécessité d'utiliser des enveloppes de confidentialité entre l'isoloir et le lecteur optique : complexité accrue
4	Premier Centre de Totalisation	<ul style="list-style-type: none"> • Lecture optique par lots: il faut moins de lecteurs • Pas besoin de manier les enveloppes de confidentialité dans les bureaux de vote 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas moyen de vérifier la qualité de la lecture optique à moins de faire plusieurs lectures • Les erreurs de vote (votes non valides) peuvent être détectées, mais pas corrigées • Nécessité d'utiliser des enveloppes de confidentialité • Nécessité de transporter les urnes

Note: Si les bulletins de vote sont traités par lecture optique par l'électeur lui-même dans l'isoloir, il faut s'assurer que seuls des bulletins officiels (et en nombre correct) sont lus. Une manière de s'en assurer consiste à marquer chaque bulletin avec un numéro d'identification unique, qui serait lu pendant la lecture optique. Plus loin dans le processus, il faudrait vérifier que tous les numéros de bulletins ainsi lus correspondent bien à des bulletins officiels et qu'aucun de ces numéros n'apparaît plus d'une fois.

6.4.3 Où et quand effectuer le comptage

Le comptage d'un ensemble de votes consiste à additionner les votes de cet ensemble de votes aux totaux partiels des éléments de vote correspondants (listes et candidats).

Nous examinons 3 possibilités :

1. Le comptage est effectué dans l'isoloir ; ceci n'est possible que si l'isoloir est équipé d'un lecteur optique.
2. Le comptage est effectué dans le bureau de vote ; ceci n'est possible que si le bureau de vote est équipé d'un lecteur optique.

3. Le comptage est effectué dans le Premier Centre de Totalisation.

Le tableau ci-dessous présente les avantages et inconvénients des trois différentes approches du comptage des votes.

Comptage: où et quand		Avantages	Inconvénients
1	Isoloir	<ul style="list-style-type: none"> Faible volume d'information à transmettre au Premier Centre de Totalisation 	<ul style="list-style-type: none"> Tendances de vote faciles à cerner: danger pour l'anonymat
2	Bureau de vote	<ul style="list-style-type: none"> Faible volume d'information à transmettre au Premier Centre de Totalisation 	<ul style="list-style-type: none"> Tendances de vote faciles à cerner: danger pour l'anonymat
3	Premier Centre de Totalisation	<ul style="list-style-type: none"> Meilleure protection de l'anonymat: les tendances individuelles ou locales sont difficiles à déterminer Meilleure analogie avec le comptage dans le vote traditionnel à bulletins en papier 	<ul style="list-style-type: none"> Nombre élevé d'ensembles de votes à transmettre au Premier Centre de Totalisation

6.4.4 Que faire des images numérisées des bulletins après la lecture optique ?

Les systèmes de vote à lecture optique directe des bulletins de vote qui utilisent une technologie à pixels produisent des images numérisées des bulletins. Une fois ces images traitées pour en extraire les ensembles de votes qu'elles contiennent, les images elles-mêmes ne sont plus d'aucune utilité pour la suite du processus : elles peuvent être détruites.

Cependant, il peut être utile de conserver l'ensemble des images et des ensembles de votes qui en ont été extraites en vue de mesurer la fiabilité de la lecture optique et de la comparer avec celles de recomptages manuels.

6.5 Exigences spécifiques – matériel, logiciel, procédures

Les seules exigences supplémentaires pour les systèmes de vote par lecture optique, en plus de celles qui figurent dans les exigences générales (section 11), ont trait aux précautions à prendre pour éviter les bourrages et l'accumulation de poussières dans les lecteurs eux-mêmes. Le nettoyage périodique, la calibration et l'entraînement des lecteurs optiques doivent être inclus dans les procédures organisationnelles. L'usage correct des « enveloppes de confidentialité » (si elles sont nécessaires) doit être documenté et inclus dans la description de la procédure de vote.

6.6 Avantages et inconvénients des systèmes de vote à lecture optique directe des bulletins

6.6.1 Avantages

- Le vote lui-même est identique ou très proche du vote traditionnel sur bulletins en papier, ce qui le rend facile à comprendre et à accepter. Le bulletin est par essence une trace papier vérifiable par l'électeur.
- Le comptage des votes est automatisé et se déroule beaucoup plus rapidement et en mobilisant beaucoup moins de main d'œuvre que le comptage manuel.
- Si un recomptage est jugé nécessaire, il est possible de l'effectuer manuellement. Il y donc deux manières indépendantes pour traiter les votes : par la lecture optique et par un comptage manuel.
- Un bulletin en papier est un jeton de vote à usage unique qui garantit que chaque électeur ne peut voter valablement qu'une seule fois.
- En cas de panne d'équipement, le vote peut se poursuivre de manière traditionnelle, tandis que la lecture optique et le comptage peuvent être retardés jusqu'au moment où l'équipement est à nouveau fonctionnel (dégradation graduelle).
- Le traitement des votes par correspondance (électeurs absents) peut se faire par le même dispositif que celui des votes normaux ; les bulletins pourraient même être envoyés par fax ou comme des images en annexe de courriers électroniques (pour autant qu'une authentification adéquate soit fournie).

6.6.2 Inconvénients

- Comme dans tous les cas dans lesquels l'électeur manipule un bulletin en papier, la présence de marquages non autorisés (que la loi électorale belge considère actuellement dans son article 157 comme une cause d'annulation d'un bulletin et des votes qu'il contient) sera parfois traitée différemment par le comptage automatique et par le comptage manuel. En effet, de tels marquages, qui seraient détectés par l'œil humain, pourraient bien ne pas l'être par la lecture optique (malgré le fait que la technologie à pixels possède de meilleures performances sur ce point que la technologie à senseurs discrets). En cas de (re)comptage manuel, des bulletins ainsi marqués seront annulés, alors qu'ils ne l'auront pas nécessairement été lors du comptage automatisé. Comme, statistiquement parlant, il y a toujours un certain nombre de bulletins qui comportent des marquages non autorisés dans chaque scrutin, les recomptages manuels donneront toujours lieu à des résultats différents de ceux du premier comptage automatique.

La question de savoir ce qu'il convient de faire dans de tels cas est une question politique : faut-il annuler les bulletins ainsi marqués et, si oui, que faut-il faire avec les bulletins marqués de la sorte qui n'ont pas été soumis à un recomptage manuel ?

- La conception, l'impression, la vérification, l'entreposage et la distribution des bulletins de vote est aussi coûteuse que dans le cas du vote traditionnel, ce qui ne permet pas une réduction significative des coûts (sauf les coûts de main d'œuvre du dépouillement).

- La taille des bulletins est habituellement limitée par des contraintes mécaniques imposées par les dispositifs de lecture optique ; plus la zone à traiter est grande, plus les lecteurs sont coûteux.
- Si le traitement des bulletins est effectué par lots et non pas individuellement, il faut un mécanisme d'alimentation mécanique fiable et un lecteur rapide, ce qui peut être également assez coûteux.
- Si l'on utilise des bulletins à feuilles multiples, le président du bureau de vote devrait compter les feuilles de chaque bulletin en plus du comptage du nombre de bulletins.
- Le vote par lecture optique de bulletins marqués à la main ne possède pas le caractère « haute technologie » d'autres systèmes de vote, ce qui pourrait réduire son attrait.

6.6.3 Autres remarques

- En cas de différence entre les votes comptés automatiquement et ceux (re)comptés manuellement, la loi électorale doit stipuler lesquels des deux résultats sera accepté comme résultat officiel (authentique),
- Les bulletins de vote doivent être conçus par des experts en la matière afin de garantir leur lisibilité à la fois par les électeurs et par les appareils de lecture optique²⁹.
- Des systèmes de vote à lecture optique de bulletins d'un type ou d'un autre ont été utilisés aux Etats-Unis depuis plus de 20 ans et leur usage est en augmentation (en 2006, cet usage a atteint 40% dans les élections au Congrès et pour les gouverneurs d'états).

6.7 Analyse des scénarios

Dans les deux premiers scénarios envisagés à la section 6.4.2, l'électeur effectue lui-même la lecture optique de son bulletin, soit dans l'isoloir, dans le bureau de vote à l'aide d'un dispositif qui garantit le secret du vote. Celui lui permet de vérifier la fiabilité et la précision de la lecture optique. Le contrôle visuel des témoins de partis dans le vote traditionnel est ici remplacé par un contrôle visuel par l'électeur lui-même. Ceci ne signifie nullement que les témoins de partis et le Collège des Experts sont tenus à l'écart de toute tâche d'observation. Dans les deux derniers scénarios, l'option de vérifier la lecture optique n'est pas offerte à l'électeur : la machine se borne à vérifier que le bulletin a été complété correctement et rejette les bulletins incomplets ou non valides.

Le dernier scénario suppose une lecture optique effectuée dans le Premier Centre de Totalisation. La différence avec les systèmes testés pendant les élections de 2003 en Belgique et qu'il n'est pas prévu ici d'élimination manuelle préalable des bulletins non valides (avec des marques non autorisées) : les bulletins reçus sont directement lus et le seul contrôle effectué concerne le fait que le bulletin ait été rempli correctement ou non. Les bulletins ne sont donc pas examinés pour décider s'ils tombent sous le coup de l'article 157 de la loi électorale et doivent, par conséquent, être annulés.

Ces scénarios présentent l'avantage de supprimer la charge d'un premier traitement

²⁹ http://vote.nist.gov/threats/papers/optical_scan_ballot_design.pdf (dernier accès: 4 octobre 2007).

manuel des bulletins comme cela avait été fait dans les tests de lecture optique effectués lors des élections de 2003. Cependant, cela soulève la question d'éventuelles différences entre les résultats obtenus par comptage automatisé et ceux obtenus par (re)comptage manuel, ainsi que le problème de l'entreposage des images de bulletins dans les cas où la lecture optique est effectuée par l'électeur.

6.7.1 Bulletins hybrides: version papier et version électronique

Dans les systèmes de vote à lecture optique directe des bulletins remplis manuellement par les électeurs, les votes émis sont représentés de deux manières différentes : sur un bulletin en papier et sous une forme électronique, à savoir : la représentation numérisée du bulletin en papier suite à sa lecture optique. Comme indiqué ci-dessus, la lecture optique ne permet de garantir que les bulletins comportant des marques non autorisées ou des objets seront détectés et annulés conformément à l'article 157 de la loi électorale : les manipulations manuelles exigées pour se conformer à cet article sont coûteuses. Il faut rappeler que les règles relatives à l'annulation de tels bulletins ont pour objectif de protéger le secret du vote et d'empêcher qu'un lien soit établi entre un bulletin et un électeur.

En cas de recomptage manuel, les bulletins non valides devraient être exclus du processus : les résultats du comptage informatique et du comptage manuel seraient donc différents. Pour résoudre ce problème, deux solutions peuvent être envisagées, identiques à celles proposées à la section 5.7.1 plus haut.

Une première possibilité consiste à considérer que seuls les bulletins en papier constituent les votes authentiques. La conséquence de ce choix serait que, si une élection est contestée et si un recomptage manuel est exigé, seuls les bulletins en papier feraient foi. Les résultats obtenus par recomptage des bulletins en papier produiraient les résultats finals du scrutin. Il faut observer que les bulletins en papier ne servent qu'en cas de recomptage et que les règles relatives à l'annulation de bulletins en cas de marquages non autorisés ont pour objectif de protéger le secret du vote (ce principe surclasserait, dans ce cas, le principe « une personne, un vote »). En effet, la protection du secret du vote est plus importante que le respect des règles relatives à l'annulation des bulletins. Le résultat basé sur le recomptage des bulletins en papier serait, dans ce cas, le résultat valide.

Une deuxième possibilité consisterait à donner valeur légale aux bulletins électroniques, c'est-à-dire aux représentations électroniques des bulletins, obtenues suite à la lecture optique. Les bulletins en papier ne serviraient que de réserve en cas de nécessité de recomptage. En cas de contestation, les bulletins en papier devraient être soumis à une nouvelle lecture optique et être ensuite recomptés de manière automatique. On ne pourrait donc pas, dans ce cas, effectuer un recomptage manuel, puisque seules les versions électroniques des bulletins feraient foi.

6.7.2 Enregistrement des votes dans la machine manipulée par l'électeur

Dans les trois premiers scénarios de la section 6.4.2, les votes émis sont conservés dans des machines manipulées directement par les électeurs. Des mesures techniques sont nécessaires pour garantir le secret du vote ; il ne faut pas, par exemple, qu'un électeur puisse voir les votes émis par un électeur qui l'a précédé et il ne faut pas que des totaux partiels puissent être produits avant la fin de la période réservée au vote. D'autres mesures techniques sont également nécessaires pour garantir la sécurité du

système lorsque les machines sont manipulées directement par les électeurs, en particulier pour empêcher des attaques sur le logiciel.

6.7.3 Lectures multiples

Lorsque l'électeur effectue lui-même la lecture optique de son bulletin dans l'isoloir, des mesures appropriées doivent être prises pour empêcher l'électeur de procéder à plusieurs lectures optiques de son bulletin de vote.

6.7.4 Numérotation des candidats

Pour réduire la taille des bulletins de vote, il est possible de numéroter les candidats et de ne faire apparaître que les numéros sur les bulletins. L'électeur devrait alors disposer d'un livret (par exemple : dans l'isoloir) pour déterminer le numéro qui correspond à chacun des candidats.

6.8 Conformité des systèmes de vote à lecture optique directe des bulletins avec les recommandations du Conseil de l'Europe

Comme le Consortium ne recommande pas l'adoption d'un système de vote à lecture optique directe des bulletins de vote, on examinera ci-dessous uniquement les exigences générales, en excluant donc les exigences techniques.

6.8.1 Normes juridiques

6.8.1.1 Principes

Suffrage universel

	Systèmes de vote à lecture optique directe des bulletins de vote
1. L'interface utilisateur du système de vote électronique sera compréhensible et facilement utilisable.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier. La convivialité du bulletin préimprimé doit être assurée si l'on décide d'utiliser un format différent de celui des bulletins traditionnels en raison des exigences de la lecture optique (p. ex. : numérotation des candidats).
2. Les éventuelles procédures d'inscription au vote électronique ne constitueront pas un obstacle empêchant l'électeur de participer au vote électronique.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier.
3. Les systèmes de vote électronique seront, dans toute la mesure du possible, conçus de manière à maximiser les possibilités qu'ils peuvent offrir aux personnes handicapées.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier.
4. A moins que les modes de vote électronique à distance ne soient universellement accessibles, ils ne constitueront qu'un moyen de vote supplémentaire et facultatif.	N.A.

Suffrage équitable

5. Dans toute élection ou référendum, un électeur ne	Doit être atteint par des mesures techniques appropriées.
--	---

pourra pas déposer plus d'un seul bulletin dans l'urne électronique. Un électeur ne sera autorisé à voter que s'il est établi que son bulletin n'a pas encore été déposé dans l'urne électronique.	
6. Le système de vote électronique empêchera l'électeur d'exprimer son vote par plusieurs modes de suffrage.	N.A. : il n'y a qu'un seul canal de vote.
7. Tout bulletin déposé dans une urne électronique sera comptabilisé, et tout suffrage exprimé lors d'une élection ou d'un référendum ne sera comptabilisé qu'une seule fois.	Doit être atteint par des mesures techniques et des procédures appropriées.
8. Lorsque des modes de vote électroniques et non électroniques sont utilisés dans un même scrutin, une méthode sûre et fiable permettra d'additionner tous les suffrages et de calculer le résultat correct.	Similaire au système de vote électronique en usage actuellement.

Suffrage libre

9. L'organisation du vote électronique garantira la libre formation et expression de l'opinion de l'électeur, et, au besoin, l'exercice personnel du droit de vote.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier ; garanti par l'utilisation d'un isoloir.
10. La manière dont les électeurs sont guidés durant la procédure de vote électronique ne les amènera pas à voter dans la précipitation ou de manière irréfléchie.	N.A. : identique au vote traditionnel sur bulletins en papier.
11. Les électeurs pourront modifier leur choix à n'importe quelle étape de la procédure de vote électronique avant l'enregistrement de leur suffrage, ou même interrompre la procédure, sans que leur choix précédent ne soit enregistré ou que des tiers puissent en prendre connaissance.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier : une procédure doit permettre à un électeur qui constate qu'il a commis une erreur de faire annuler son bulletin et d'obtenir un nouveau bulletin vierge.
12. Le système de vote électronique n'autorisera pas les influences destinées à manipuler la volonté de l'électeur pendant le vote.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier ; l'isoloir empêche d'exercer une influence sur l'électeur pendant le vote.
13. Le système de vote électronique offrira à l'électeur un moyen de participer à une élection ou à un référendum sans qu'il ait à exprimer une préférence pour l'une quelconque des options de vote, par exemple en déposant un vote blanc.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier. Si l'électeur est amené à effectuer lui-même la lecture optique (dans l'isoloir ou dans le bureau de vote), il peut être amené à confirmer un vote blanc.
14. Le système de vote électronique indiquera clairement à l'électeur que le suffrage a été enregistré avec succès et à quel moment la procédure de vote est terminée.	Satisfait aisément si c'est l'électeur qui effectue lui-même la lecture optique (dans l'isoloir ou dans le bureau de vote) ; autrement, identique au vote traditionnel sur bulletins en papier.
15. Le système de vote électronique rendra impossible toute modification d'un suffrage une fois qu'il aura été enregistré.	Dépend du logiciel électoral.

Vote secret

16. Le vote électronique sera organisé de manière à préserver le secret du vote à toutes les étapes de la procédure, et en particulier lors de l'authentification de l'électeur.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier. Il n'y a aucun lien direct entre un bulletin et un électeur.
17. Le système de vote électronique garantira que les suffrages exprimés dans l'urne électronique et le dépouillement sont et resteront anonymes, et qu'il est impossible d'établir un lien entre le vote et l'électeur.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier. Il n'y a aucun lien direct entre un bulletin et un électeur. Le mélange aléatoire des ensembles de votes enregistrés empêche l'établissement d'un tel lien.
18. Le système de vote électronique sera conçu de telle manière que le nombre de suffrages attendus dans une urne électronique ne permette pas d'établir un	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier. Les totaux pour des isoloirs ou des bureaux de vote individuels ne sont pas rendus publics.

lien entre le résultat et les électeurs individuels.	Si les bulletins sont numérotés, il faut prendre des mesures organisationnelles pour empêcher l'établissement d'un lien entre un bulletin et un électeur.
19. Des mesures seront prises pour que les informations requises lors du traitement électronique ne puissent être utilisées pour violer le secret du vote.	Il n'y a aucun lien direct entre un bulletin et un électeur. Le mélange aléatoire des ensembles de votes enregistrés empêche l'établissement d'un tel lien. Si les votes sont enregistrés dans le lecteur optique, des mesures techniques doivent faire en sorte que le contenu des votes d'électeurs précédents ne puisse pas être découvert.

6.8.1.2 Garanties de procédure

Transparence

20. Les Etats membres prendront des mesures afin que les électeurs comprennent le système de vote électronique utilisé et aient ainsi confiance en lui.	Suffisamment proche du vote traditionnel sur bulletins en papier pour garantir la facilité de compréhension. La possibilité d'effectuer un recomptage manuel devrait augmenter la confiance dans le système. Si le choix est fait de désigner les candidats par des numéros, il faut faire en sorte que ce soit aisément compréhensible par les électeurs.
21. Des informations sur le fonctionnement du système de vote électronique seront diffusées auprès du public.	Peut être atteint en publiant une description du fonctionnement de la lecture optique et du processus de comptage.
22. Les électeurs se verront offrir la possibilité de s'exercer sur tout nouveau système de vote électronique avant l'enregistrement du suffrage et indépendamment de celui-ci.	Le seul entraînement nécessaire apparaît s'il est décidé que c'est l'électeur qui doit effectuer la lecture optique de son bulletin (dans l'isoloir ou dans le bureau de vote).
23. La possibilité sera offerte à tous les observateurs, dans les limites fixées par la loi, d'assister à l'élection électronique, de l'observer et de la commenter, y compris au stade de l'établissement des résultats.	Aucune mesure particulière n'est nécessaire.

Vérification et responsabilité

24. Les composants du système de vote électronique seront divulgués au moins aux autorités électorales compétentes, selon les besoins de la vérification et de l'homologation.	Voir les exigences générales (section 11).
25. Avant la mise en service de tout système de vote électronique, et à intervalles réguliers par la suite, en particulier si des changements ont été apportés au système, un organisme indépendant désigné par les autorités électorales compétentes vérifiera que le système de vote électronique fonctionne correctement et que toutes les mesures de sécurité nécessaires ont été prises.	La loi belge stipule que ce processus doit être pris en charge par le Collège d'Experts : aucune mesure particulière n'est nécessaire.
26. Le système offrira une possibilité de second dépouillement. D'autres caractéristiques du système de vote électronique qui pourraient peser sur l'exactitude du résultat seront vérifiables.	Il y a deux manières pour recompter les votes: <ul style="list-style-type: none"> • un recomptage automatique avec des équipements de lecture optique et/ou des logiciels différents, • un recomptage manuel des bulletins en papier.
27. Le système de vote électronique n'empêchera pas la nouvelle tenue, partielle ou complète, d'une élection ou d'un référendum.	Aucune mesure particulière n'est nécessaire.

Fiabilité et sécurité

28. Les autorités des Etats membres garantiront la fiabilité et la sécurité du système de vote électronique.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, pendant et après les élections.
29. Toutes les mesures possibles seront prises pour écarter les risques de fraude ou d'intervention non autorisée affectant le système pendant toute la procédure de vote.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
30. Le système de vote électronique comportera des mesures visant à préserver la disponibilité de ses services durant la procédure de vote électronique. Il résistera en particulier aux dérangements, aux pannes et aux attaques en déni de service.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
31. Avant toute élection ou référendum électronique, l'autorité électorale compétente vérifiera et établira elle-même que le système de vote électronique est authentique et fonctionne correctement.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
32. Seules les personnes autorisées par l'autorité électorale auront accès à l'infrastructure centrale, aux serveurs et aux données relatives au vote. Ces autorisations seront soumises à des règles claires. Les interventions techniques sensibles seront réalisées par des équipes d'au moins deux personnes. La composition de ces équipes changera régulièrement. Dans la mesure du possible, de telles interventions seront réalisées en-dehors des périodes électorales.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
33. Durant la période d'ouverture d'une urne électronique, toute intervention autorisée affectant le système sera réalisée par des équipes d'au moins deux personnes, fera l'objet d'un compte-rendu et sera contrôlée par des représentants de l'autorité électorale compétente et par tout observateur électoral.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
34. Le système de vote électronique préservera la disponibilité et l'intégrité des suffrages. Il assurera également leur confidentialité et les gardera scellés jusqu'au moment du dépouillement. Si les suffrages sont stockés ou transmis hors des environnements contrôlés, ils seront cryptés.	Voir les exigences générales (section 11).
35. Les votes et les informations relatives aux électeurs resteront scellés aussi longtemps que ces données seront conservées d'une manière qui permette d'établir le lien entre les deux. Les informations d'authentification seront séparées de la décision de l'électeur à une étape prédéfinie de l'élection électronique ou du référendum électronique.	Voir les exigences générales (section 11). Il n'y a aucun lien direct entre un ensemble de votes (bulletin électronique) et un électeur. Le mélange aléatoire des ensembles de votes enregistrés empêche l'établissement d'un tel lien. Si les votes sont enregistrés dans le lecteur optique, des mesures techniques doivent faire en sorte que le contenu des votes d'électeurs précédents ne puisse pas être découvert.

6.8.1.3 Normes opérationnelles

Notification

36. Les règles internes régissant une élection ou un référendum électroniques établiront un calendrier clair de toutes les étapes du scrutin ou référendum, aussi bien avant qu'après celui-ci.	Aucune mesure particulière n'est nécessaire. La loi doit définir des procédures claires en ce qui concerne l'utilisation de la lecture optique.
37. La période pendant laquelle un vote électronique pourra être enregistré ne commencera pas avant la notification du scrutin ou du référendum. En	Aucune mesure particulière n'est nécessaire.

particulier pour ce qui est du vote électronique à distance, cette période sera définie et rendue publique bien avant le début du scrutin.	
38. Bien avant le début du scrutin, les électeurs seront informés dans un langage clair et simple de la manière dont le vote électronique sera organisé et de toutes les démarches qu'ils pourraient avoir à effectuer pour y participer et voter.	Aucune mesure particulière n'est nécessaire, hormis l'information sur la lecture optique des bulletins (dans l'isoloir ou dans le bureau de vote).

Electeurs

39. Une liste électorale sera régulièrement mise à jour. L'électeur pourra au moins vérifier les données le concernant qui y figurent et demander des corrections.	Aucune mesure particulière n'est nécessaire.
40. La possibilité de créer une liste électorale électronique et un mécanisme permettant de s'y inscrire en ligne, et, le cas échéant, de demander à voter par voie électronique, sera envisagée. Si la participation au vote électronique nécessite une inscription séparée et/ou des démarches supplémentaires de la part de l'électeur, cela pourra se faire par voie électronique et une procédure interactive sera envisagée dans la mesure du possible.	N.A.
41. Dans les cas où la période d'inscription des électeurs et les dates du scrutin coïncident, des dispositions adéquates seront prises pour l'authentification des électeurs.	N.A.

Candidats

42. La déclaration de candidature en ligne pourra être envisagée.	N.A.
43. Une liste de candidats produite et mise à disposition par voie électronique sera également accessible publiquement par d'autres moyens.	N.A.

Vote

44. Lorsque le vote électronique à distance se déroule pendant l'ouverture des bureaux de vote, il conviendra tout particulièrement de veiller à ce que le système soit conçu de manière à empêcher tout électeur de voter plusieurs fois.	N.A.
45. Le vote électronique à distance pourra commencer et se terminer avant les heures d'ouverture de tout bureau de vote. Il ne se poursuivra pas après la clôture du scrutin dans les bureaux de vote.	N.A.
46. Pour chaque mode de suffrage électronique, des modalités d'aide et d'assistance concernant les procédures de vote seront établies et mises à la disposition des électeurs. Pour le vote électronique à distance, ces modalités seront également accessibles par des moyens de communication différents et généralement accessibles.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant les élections, en fournissant des informations adéquates au sujet du processus de vote.
47. Toutes les options de vote seront présentées de manière égale sur l'appareil utilisé pour l'enregistrement du vote électronique.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier.

48. Le bulletin électronique servant à enregistrer le suffrage sera exempt de toute information sur les options de vote autre que ce qui est strictement nécessaire à l'expression du suffrage. Le système de vote électronique évitera l'affichage d'autres messages susceptibles d'influencer le choix de l'électeur.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier.
49. S'il est décidé de permettre l'accès à des informations sur les options de vote à partir du site de vote électronique, ces informations seront présentées de manière égale.	N.A.
50. L'attention des électeurs utilisant un système de vote électronique sera explicitement attirée sur le fait que l'élection ou le référendum électroniques pour lequel ils vont enregistrer leur vote par des moyens électroniques est une élection ou un référendum réel. S'il s'agit de tests, l'attention des participants sera explicitement attirée sur le fait qu'ils ne sont pas en train de participer à une élection ou un référendum réel, et ceux-ci seront – si les tests sont concomitants aux scrutins – dans le même temps invités à participer à ce scrutin par le(s) mode(s) de suffrage mis à leur disposition à cette fin.	N.A.
51. Le système de vote électronique à distance ne permettra pas à l'électeur d'obtenir une preuve du contenu du suffrage qu'il a enregistré.	N.A.
52. Dans un environnement supervisé, les informations relatives au suffrage disparaîtront de l'affichage vidéo, audio ou tactile utilisé par l'électeur pour exprimer son suffrage dès l'enregistrement de ce dernier. Quand une preuve papier du vote [électronique] est remise à l'électeur dans le bureau de vote, l'électeur ne doit pas avoir la possibilité de la montrer à toute autre personne ni d'emporter cette preuve à l'extérieur.	Lorsque la lecture optique des bulletins est effectuée dans l'isoloir ou dans le bureau de vote, des mesures techniques doivent faire en sorte que le contenu des votes d'électeurs précédents ne puisse pas être découvert.

Résultats

53. Le système de vote électronique ne permettra pas de divulguer le nombre de suffrages exprimés pour les différentes options de vote avant la fermeture de l'urne électronique. Cette information ne sera révélée au public qu'après la clôture de la période du scrutin.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
54. Le système de vote électronique empêchera que le traitement d'informations relatives aux suffrages exprimés relativement à des sous-ensembles de votants choisis délibérément puisse révéler les décisions individuelles des électeurs.	Voir les exigences générales (section 11).
55. Tout décodage nécessaire au dépouillement des voix interviendra dès que possible après la clôture de la période du scrutin.	Peut être atteint par des procédures adéquates après les élections.
56. Les représentants de l'autorité électorale compétente pourront participer au dépouillement des votes, et les éventuels observateurs pourront observer leur comptabilisation.	La loi électorale stipule que ceci doit être effectué par le Collège d'Experts et par les témoins des partis : aucune mesure particulière n'est nécessaire.
57. Un procès-verbal du dépouillement des votes électroniques sera établi, avec les heures de début et de fin de l'opération ainsi que des informations sur les personnes qui y ont participé.	Peut être atteint par des procédures adéquates après les élections.
58. En cas d'irrégularité entachant l'intégrité de certains suffrages, ceux-ci seront notés comme tels.	Peut être atteint par des procédures adéquates après les élections. Une difficulté pourrait surgir si un bulletin en papier est

jugé non valide. La solution consiste à définir par la loi lequel des deux bulletins est le vote authentique : le bulletin en papier ou sa version électronique.
--

Audit

59. Le système de vote électronique pourra faire l'objet d'un audit.	Voir les exigences générales (section 11).
60. Les conclusions de l'audit seront prises en compte dans la préparation d'élections et de référendums ultérieurs.	Les recommandations du Collège d'Experts doivent être prises en compte pour les élections suivantes.

7 Systèmes de vote à « clients légers »

7.1 Raisons pour lesquelles le Consortium n'a pas retenu ce type de système de vote

Un inconvénient majeur du système de vote à clients légers est qu'il ignore un certain nombre de préoccupations légitimes du public au sujet du secret et de l'anonymat du vote. D'une part, les électeurs doivent introduire un jeton de vote dans un lecteur à l'intérieur de l'isoloir avant de pouvoir voter. Ce jeton peut être soit la carte d'identité électronique (eID), soit un jeton comme décrit à la section 5.3.2 pour le système de vote proposé. D'autre part, le client léger situé dans chaque isoloir n'a pas de capacité de traitement local : il transmet toutes les informations à deux serveurs situés dans le bureau de vote. Cela signifie que les serveurs enregistrent à la fois le vote d'un électeur et son identité (si l'on utilise la carte d'identité électronique comme jeton de vote), mais qu'ils ne doivent en aucun cas établir de lien entre ces deux éléments. Ceci est difficile à réaliser en pratique et il sera difficile de prouver aux électeurs que l'anonymat est effectivement garanti.

Un autre inconvénient de ce type de système est que les serveurs constituent un point d'échec unique. En particulier, si l'on connecte (dans une étape ultérieure) les serveurs à un réseau public, les serveurs constitueront une cible tentante pour des attaques susceptibles de d'incapaciter le système.

Le consortium considère qu'une version complètement spécifiée d'un système à clients légers ressemblera très fortement au système de vote en kiosque décrit plus loin, à ceci près que ce dernier ne dépend pas d'une manière aussi vitale de la sécurité des serveurs situés dans le bureau de vote du système à clients légers. Il sera difficile de garantir cette sécurité et d'en apporter la démonstration.

Le système de vote à clients légers produit une trace papier des votes émis, ce qui permet d'effectuer un recomptage en cas de contestation. Cependant – et cela doit être comparé avec ce qui est le cas pour le système proposé dans ce rapport – dans un système de vote à clients légers, la vérification exige que l'on recompte tous les bulletins d'un bureau de vote : il n'est pas possible de vérifier une sélection aléatoire des bulletins.

En ce qui concerne les coûts, il ne semble pas que le système de vote à clients légers soit beaucoup moins cher que les autres systèmes étudiés, à l'exception de certaines versions des systèmes de vote à lecture optique directe des bulletins. Une estimation informelle a été demandée pour une configuration consistant en 22.000 isolaires et 750 serveurs avec redondance (en incluant les licences des systèmes d'exploitation, mais en excluant la maintenance, le développement du logiciel, l'installation du matériel, le dispositif de pointage sur écran et les imprimantes). L'estimation mène à un coût de 750 \$ US par isoloir.

7.2 Description

Un système de vote à clients légers est constitué de machines à voter électroniques connectées à un réseau local sécurisé au sein du bureau de vote et munies d'un dispositif permettant d'imprimer des bulletins constituant une trace papier des votes émis. Les machines à voter sont de type « client léger » ; elles sont connectées à deux serveurs situés dans le bureau de vote, pour assurer la redondance en cas de panne. Aucun logiciel spécifique ne s'exécute dans les clients légers et aucune information n'y est enregistrée. Ces clients légers sont, en fait, des versions très simplifiées

d'ordinateurs personnels à faible encombrement ; ils sont utilisés comme dispositifs d'entrées/sorties pour des applications qui s'exécutent sur les serveurs auxquels ils sont connectés par le réseau local.

Le fonctionnement du système exige que les électeurs s'identifient auprès du logiciel des serveurs du bureau de vote avant de voter. Cette identification se fait dans l'isoloir, en lisant la carte d'identité électronique de l'électeur à l'aide d'un lecteur approprié. Le logiciel des serveurs lit le numéro national de l'électeur et peut utiliser l'information disponible sur la carte pour décider quelles listes de candidats doivent être affichées à l'écran, à savoir les listes qui correspondent à la circonscription de l'électeur.

A l'heure actuelle, un électeur ne peut voter que dans le bureau de vote qui lui a été assigné et pour lequel il a reçu une convocation. Dans un système de vote à clients légers, il est possible d'évoluer vers une situation dans laquelle un électeur peut voter dans n'importe quel bureau de vote. Dans ce cas, le logiciel des serveurs doit décider quelles listes de candidats doivent être affichées à l'écran. Une complication supplémentaire apparaît alors lorsque que l'on imagine que certains électeurs pourraient essayer de voter plusieurs fois en se présentant dans plusieurs bureaux de vote. Ceci ne peut être empêché qu'en enregistrant de manière centralisée les identités des électeurs ayant déjà voté, ce qui suppose une connexion permanent des serveurs avec de répertoire centralisé. Nous n'étudierons ici pas plus avant toutes les questions soulevées par cette configuration hypothétique et nous supposerons le cas plus simple dans lequel chaque électeur doit voter dans un bureau bien précis.

Dans les cas où un électeur ne dispose pas de carte d'identité électronique (par exemple : en cas de perte ou de vol), il faut lui fournir une carte provisoire avant la date du scrutin. Cette carte ne doit contenir que les informations nécessaires pour le processus de vote.

Pour émettre son vote, l'électeur indique ses choix sur l'écran de l'ordinateur de vote d'une manière entièrement similaire à celle décrite à la section 5.6.1.5 ci-dessus pour le système de vote proposé dans le présent rapport. A la fin du processus de vote de chaque électeur, le vote émis est imprimé sur une trace papier par une imprimante située dans l'isoloir. L'imprimante et le papier sont placés derrière une fenêtre, ce qui permet de lire ce qui est imprimé, mais pas de toucher le bulletin. Le vote est imprimé à la fois sous une forme lisible par un être humain et comme un code à barres. Le code à barres permet un recomptage plus rapide si un tel recomptage est nécessaire.

L'information suivante est imprimée :

- le numéro de la liste choisie par l'électeur,
- s'il s'agit d'un vote en tête de liste,
- les candidats sélectionnés,
- la date de l'élection,
- le numéro du bureau de vote,
- le numéro du bureau de vote principal,
- le code à barres.

Si le vote imprimé correspond effectivement aux choix exprimés par l'électeur, celui-ci confirme le vote en appuyant sur un bouton. Ceci provoque la chute du bulletin imprimé dans une urne. Le logiciel des serveurs du bureau de vote enregistre que cet électeur a complété son vote avec succès.

A l'issue de la période consacrée au vote le jour des élections, le président du bureau de vote récolte les bulletins contenus dans les urnes de son bureau et les emballe dans un sac en vue de les expédier au Centre de Totalisation approprié. Il copie les votes

enregistrés dans les serveurs de son bureau et les transmet vers le Centre de Totalisation approprié.

7.3 Avantages et inconvénients

Les principaux avantages du système de vote à clients légers ont trait à l'efficacité : le vote et le comptage sont tous deux complètement automatisés. Le matériel nécessaire (deux serveurs et des clients légers dans chaque bureau de vote) devrait contribuer à réduire le coût des investissements matériels. En outre, ce type de système possède la capacité, jusqu'à un certain point, de pouvoir être étendu : il est possible d'augmenter le nombre d'isoloirs par bureau de vote sans devoir installer des serveurs plus puissants.

Les principaux inconvénients ont trait à la sécurité et à la confiance.

En premier lieu, l'insertion de la carte d'identité électronique dans un lecteur situé dans l'isoloir fait problème en ce qui concerne l'anonymat. En effet, les serveurs enregistrent à la fois le numéro national d'un électeur et le vote qu'il a émis. Comme les serveurs doivent s'assurer que chaque électeur ne peut terminer la procédure de vote qu'une seule fois, il est difficile de séparer l'information sur le vote de l'identité. Une corrélation même faible entre ces deux informations est inacceptable, mais difficile à éviter puisque, par exemple, l'instant du vote est très proche de l'instant de l'identification.

En deuxième lieu, le système de vote à clients légers implique deux authentifications de chaque électeur : une première fois auprès du président du bureau de vote et une deuxième fois auprès du logiciel des serveurs, par le biais de la carte d'identité électronique. Le logiciel des serveurs n'a, cependant, aucune manière de vérifier que la carte insérée dans le lecteur est une véritable eID (et non une fausse carte), qu'elle appartient effectivement à la personne présente dans l'isoloir et qu'elle n'a pas fait l'objet d'une déclaration de vol. Un électeur pourrait ainsi présenter sa propre carte d'identité au président du bureau de vote et ensuite voter plusieurs fois dans l'isoloir (avec sa propre carte et avec la/les carte(s) d'autres personnes). Pour le premier point, on pourrait imaginer que le logiciel des serveurs vérifie si le numéro de la carte correspond à une carte volée, par exemple en vérifiant une liste à jour des cartes volées ou en consultant une base de données centrale; cela suppose que le vol ait été signalé et enregistré, ce qui ne sera pas toujours le cas. Il serait aussi possible de demander le code PIN, mais cela n'empêchera pas de craindre la perte de l'anonymat.

Même si des solutions techniques étaient apportées aux problèmes soulevés ci-dessus, il n'en reste pas moins que les électeurs doivent avoir confiance dans le système de vote. Il faut, par exemple, qu'ils soient convaincus que les votes imprimés correspondent effectivement aux votes enregistrés et comptés. Une vérification n'est possible qu'en recomptant tous les votes émis dans le même bureau de vote.

On pourrait être tenté, dans le futur, de connecter les serveurs à un réseau général, que ce soit pour transmettre les résultats ou pour authentifier des électeurs d'une circonscription différente. Une telle connexion au monde extérieur introduit une vulnérabilité aux virus, attaques en tout genre, dénis-de-service, etc.

Registre électronique des électeurs / système de fichiers

Afin de permettre l'authentification des électeurs par le biais de leur carte d'identité électronique eID, il faudra que les serveurs contiennent un fichier comportant des informations personnelles sur les électeurs (numéro national, lieu de résidence, etc.). En cas d'utilisation du numéro national, la constitution de ces fichiers est sujette à la

fois à la loi sur la protection de la vie privée³⁰ et à la loi du 8 août 1983 sur le Registre National. Le Comité Sectoriel pour le Registre National, qui a la charge de vérifier la conformité aux lois qui gouvernent l'usage du Registre National, des registres de population et de la carte d'identité électronique devrait être consulté à ce propos.

Enfin, comme l'authentification et l'émission des votes seront gérées sur les mêmes serveurs, des mesures de sécurité supplémentaires devront être prises pour garantir le secret du vote.

7.4 Conformité des systèmes de vote à clients légers avec les recommandations du Conseil de l'Europe

Comme le Consortium ne recommande pas l'adoption d'un système de vote à clients légers, on examinera ci-dessous uniquement les exigences générales, en excluant donc les exigences techniques.

7.4.1 Normes juridiques

7.4.1.1 Principes

Suffrage universel

	Systèmes de vote à clients légers
1. L'interface utilisateur du système de vote électronique sera compréhensible et facilement utilisable.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage. La vérification visuelle de la trace papier est une nouvelle fonctionnalité.
2. Les éventuelles procédures d'inscription au vote électronique ne constitueront pas un obstacle empêchant l'électeur de participer au vote électronique.	Il n'est pas nécessaire de demander une inscription au vote électronique. L'identification se fait sur base du registre actuel.
3. Les systèmes de vote électronique seront, dans toute la mesure du possible, conçus de manière à maximiser les possibilités qu'ils peuvent offrir aux personnes handicapées.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage.
4. A moins que les modes de vote électronique à distance ne soient universellement accessibles, ils ne constitueront qu'un moyen de vote supplémentaire et facultatif.	N.A.

Suffrage équitable

5. Dans toute élection ou référendum, un électeur ne pourra pas déposer plus d'un seul bulletin dans l'urne électronique. Un électeur ne sera autorisé à voter que s'il est établi que son bulletin n'a pas encore été déposé dans l'urne électronique.	Doit être atteint par des mesures techniques appropriées.
6. Le système de vote électronique empêchera l'électeur d'exprimer son vote par plusieurs modes de suffrage.	N.A. : il n'y a qu'un seul canal de vote.
7. Tout bulletin déposé dans une urne électronique sera comptabilisé, et tout suffrage exprimé lors d'une élection ou d'un référendum ne sera comptabilisé qu'une seule fois.	Doit être atteint par des mesures techniques et des procédures appropriées.

³⁰Loi du 8 décembre 1992 relative à la protection de la vie privée, M.B. 18 mars 1993.

8. Lorsque des modes de vote électroniques et non électroniques sont utilisés dans un même scrutin, une méthode sûre et fiable permettra d'additionner tous les suffrages et de calculer le résultat correct.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage.
---	--

Suffrage libre

9. L'organisation du vote électronique garantira la libre formation et expression de l'opinion de l'électeur, et, au besoin, l'exercice personnel du droit de vote.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier ; garanti par l'utilisation d'un isoloir.
10. La manière dont les électeurs sont guidés durant la procédure de vote électronique ne les amènera pas à voter dans la précipitation ou de manière irréfléchie.	L'électeur confirme son vote après vérification de la trace papier imprimée.
11. Les électeurs pourront modifier leur choix à n'importe quelle étape de la procédure de vote électronique avant l'enregistrement de leur suffrage, ou même interrompre la procédure, sans que leur choix précédent ne soit enregistré ou que des tiers puissent en prendre connaissance.	Une procédure doit permettre de séparer les tickets de la trace papier qui n'ont pas été validés par les électeurs.
12. Le système de vote électronique n'autorisera pas les influences destinées à manipuler la volonté de l'électeur pendant le vote.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier ; l'isoloir empêche d'exercer une influence sur l'électeur pendant le vote.
13. Le système de vote électronique offrira à l'électeur un moyen de participer à une élection ou à un référendum sans qu'il ait à exprimer une préférence pour l'une quelconque des options de vote, par exemple en déposant un vote blanc.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage. L'électeur peut être amené à confirmer un vote blanc.
14. Le système de vote électronique indiquera clairement à l'électeur que le suffrage a été enregistré avec succès et à quel moment la procédure de vote est terminée.	Satisfait aisément par la confirmation demandée à l'électeur après impression du ticket.
15. Le système de vote électronique rendra impossible toute modification d'un suffrage une fois qu'il aura été enregistré.	Dépend du logiciel électoral et de sa résistance aux fraudes.

Vote secret

16. Le vote électronique sera organisé de manière à préserver le secret du vote à toutes les étapes de la procédure, et en particulier lors de l'authentification de l'électeur.	Les procédures d'authentification et de vote doivent être séparées de manière stricte. La procédure d'authentification doit se terminer au plus tard avant la confirmation finale par l'électeur.
17. Le système de vote électronique garantira que les suffrages exprimés dans l'urne électronique et le dépouillement sont et resteront anonymes, et qu'il est impossible d'établir un lien entre le vote et l'électeur.	La procédure d'authentification doit se terminer au plus tard avant la confirmation finale par l'électeur.
18. Le système de vote électronique sera conçu de telle manière que le nombre de suffrages attendus dans une urne électronique ne permette pas d'établir un lien entre le résultat et les électeurs individuels.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier. Les totaux pour des isoires ou des bureaux de vote individuels ne sont pas rendus publics.
19. Des mesures seront prises pour que les informations requises lors du traitement électronique ne puissent être utilisées pour violer le secret du vote.	Les procédures d'authentification et de vote doivent être séparées de manière stricte. La procédure d'authentification doit se terminer au plus tard avant la confirmation finale par l'électeur.

7.4.1.2 Garanties de procédure

Transparence

20. Les Etats membres prendront des mesures afin que les électeurs comprennent le système de vote électronique utilisé et aient ainsi confiance en lui.	Les électeurs comprennent le système de vote électronique actuellement en usage et une majorité d'entre eux lui font confiance ; la trace papier renforce la confiance dans le système. L'électeur doit accepter que son identité n'est encodée d'aucune manière dans le code à barres de la trace papier et qu'elle n'est pas liée à son vote dans les serveurs.
21. Des informations sur le fonctionnement du système de vote électronique seront diffusées auprès du public.	Peut être atteint en publiant une description du fonctionnement du vote électronique et du processus de comptage.
22. Les électeurs se verront offrir la possibilité de s'exercer sur tout nouveau système de vote électronique avant l'enregistrement du suffrage et indépendamment de celui-ci.	Des dispositifs permettant de s'entraîner au vote doivent être mis à la disposition sur Internet et dans les communes.
23. La possibilité sera offerte à tous les observateurs, dans les limites fixées par la loi, d'assister à l'élection électronique, de l'observer et de la commenter, y compris au stade de l'établissement des résultats.	Aucune mesure particulière n'est nécessaire. Le Collège d'Experts est en charge de ce processus.

Vérification et responsabilité

24. Les composants du système de vote électronique seront divulgués au moins aux autorités électorales compétentes, selon les besoins de la vérification et de l'homologation.	Voir les exigences générales (section 11).
25. Avant la mise en service de tout système de vote électronique, et à intervalles réguliers par la suite, en particulier si des changements ont été apportés au système, un organisme indépendant désigné par les autorités électorales compétentes vérifiera que le système de vote électronique fonctionne correctement et que toutes les mesures de sécurité nécessaires ont été prises.	La loi belge stipule que ce processus doit être pris en charge par le Collège d'Experts : aucune mesure particulière n'est nécessaire.
26. Le système offrira une possibilité de second dépouillement. D'autres caractéristiques du système de vote électronique qui pourraient peser sur l'exactitude du résultat seront vérifiables.	Il y a trois manières pour recompter les votes: a) un recomptage automatique avec des logiciels différents, b) un recomptage automatique par lecture optique des codes à barres c) un recomptage manuel des bulletins en papier. Le Conseil de l'Europe propose différentes manières de réaliser un recomptage : faire un recomptage dans le système de vote électronique lui-même ; transférer l'urne électronique vers un système de comptage similaire mais distinct et refaire le comptage sur ce système ; effectuer le recomptage sur un système entièrement différent, mais capable d'opérer sur les informations du système de vote électronique.
27. Le système de vote électronique n'empêchera pas la nouvelle tenue, partielle ou complète, d'une élection ou d'un référendum.	Les serveurs sont localisés dans chaque bureau de vote. Si une partie de l'élection devait être recommencée, cela pourrait se faire au niveau des bureaux de vote.

Fiabilité et sécurité

28. Les autorités des Etats membres garantiront la fiabilité et la sécurité du système de vote	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, pendant et après les élections.
--	---

électronique.	
29. Toutes les mesures possibles seront prises pour écarter les risques de fraude ou d'intervention non autorisée affectant le système pendant toute la procédure de vote.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11). Le réseau utilisé dans les bureaux de vote doit être sécurisé.
30. Le système de vote électronique comportera des mesures visant à préserver la disponibilité de ses services durant la procédure de vote électronique. Il résistera en particulier aux dérangements, aux pannes et aux attaques en déni de service.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11). L'utilisation de deux serveurs avec du logiciel de réplication contribue à atteindre cette exigence.
31. Avant toute élection ou référendum électronique, l'autorité électorale compétente vérifiera et établira elle-même que le système de vote électronique est authentique et fonctionne correctement.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
32. Seules les personnes autorisées par l'autorité électorale auront accès à l'infrastructure centrale, aux serveurs et aux données relatives au vote. Ces autorisations seront soumises à des règles claires. Les interventions techniques sensibles seront réalisées par des équipes d'au moins deux personnes. La composition de ces équipes changera régulièrement. Dans la mesure du possible, de telles interventions seront réalisées en-dehors des périodes électorales.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
33. Durant la période d'ouverture d'une urne électronique, toute intervention autorisée affectant le système sera réalisée par des équipes d'au moins deux personnes, fera l'objet d'un compte-rendu et sera contrôlée par des représentants de l'autorité électorale compétente et par tout observateur électoral.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
34. Le système de vote électronique préservera la disponibilité et l'intégrité des suffrages. Il assurera également leur confidentialité et les gardera scellés jusqu'au moment du dépouillement. Si les suffrages sont stockés ou transmis hors des environnements contrôlés, ils seront cryptés.	Les votes sont enregistrés après chiffrement jusqu'au moment du comptage.
35. Les votes et les informations relatives aux électeurs resteront scellés aussi longtemps que ces données seront conservées d'une manière qui permette d'établir le lien entre les deux. Les informations d'authentification seront séparées de la décision de l'électeur à une étape prédéfinie de l'élection électronique ou du référendum électronique.	Les procédures d'authentification et de vote doivent être séparées de manière stricte. La procédure d'authentification doit se terminer au plus tard avant la confirmation finale par l'électeur.

7.4.1.3 Normes opérationnelles

Notification

36. Les règles internes régissant une élection ou un référendum électroniques établiront un calendrier clair de toutes les étapes du scrutin ou référendum, aussi bien avant qu'après celui-ci.	La loi doit définir des procédures claires.
37. La période pendant laquelle un vote électronique pourra être enregistré ne commencera pas avant la notification du scrutin ou du référendum. En particulier pour ce qui est du vote électronique à distance, cette période sera définie et rendue publique bien avant le début du scrutin.	Aucune mesure particulière n'est nécessaire.
38. Bien avant le début du scrutin, les électeurs seront informés dans un langage clair et simple de la manière dont le vote électronique sera organisé et de	Une information sur la procédure à suivre doit être fournie aux électeurs.

toutes les démarches qu'ils pourraient avoir à effectuer pour y participer et voter.	
--	--

Electeurs

39. Une liste électorale sera régulièrement mise à jour. L'électeur pourra au moins vérifier les données le concernant qui y figurent et demander des corrections.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier.
40. La possibilité de créer une liste électorale électronique et un mécanisme permettant de s'y inscrire en ligne, et, le cas échéant, de demander à voter par voie électronique, sera envisagée. Si la participation au vote électronique nécessite une inscription séparée et/ou des démarches supplémentaires de la part de l'électeur, cela pourra se faire par voie électronique et une procédure interactive sera envisagée dans la mesure du possible.	N.A.
41. Dans les cas où la période d'inscription des électeurs et les dates du scrutin coïncident, des dispositions adéquates seront prises pour l'authentification des électeurs.	N.A.

Candidats

42. La déclaration de candidature en ligne pourra être envisagée.	N.A.
43. Une liste de candidats produite et mise à disposition par voie électronique sera également accessible publiquement par d'autres moyens.	N.A.

Vote

44. Lorsque le vote électronique à distance se déroule pendant l'ouverture des bureaux de vote, il conviendra tout particulièrement de veiller à ce que le système soit conçu de manière à empêcher tout électeur de voter plusieurs fois.	N.A.
45. Le vote électronique à distance pourra commencer et se terminer avant les heures d'ouverture de tout bureau de vote. Il ne se poursuivra pas après la clôture du scrutin dans les bureaux de vote.	N.A.
46. Pour chaque mode de suffrage électronique, des modalités d'aide et d'assistance concernant les procédures de vote seront établies et mises à la disposition des électeurs. Pour le vote électronique à distance, ces modalités seront également accessibles par des moyens de communication différents et généralement accessibles.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant les élections, en fournissant des informations adéquates au sujet du processus de vote. Les électeurs ont déjà actuellement la possibilité de demander de l'aide d'un membre du personnel du bureau de vote.
47. Toutes les options de vote seront présentées de manière égale sur l'appareil utilisé pour l'enregistrement du vote électronique.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage.
48. Le bulletin électronique servant à enregistrer le suffrage sera exempt de toute information sur les options de vote autre que ce qui est strictement nécessaire à l'expression du suffrage. Le système de vote électronique évitera l'affichage d'autres messages susceptibles d'influencer le choix de l'électeur.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage.

49. S'il est décidé de permettre l'accès à des informations sur les options de vote à partir du site de vote électronique, ces informations seront présentées de manière égale.	N.A.
50. L'attention des électeurs utilisant un système de vote électronique sera explicitement attirée sur le fait que l'élection ou le référendum électroniques pour lequel ils vont enregistrer leur vote par des moyens électroniques est une élection ou un référendum réel. S'il s'agit de tests, l'attention des participants sera explicitement attirée sur le fait qu'ils ne sont pas en train de participer à une élection ou un référendum réel, et ceux-ci seront – si les tests sont concomitants aux scrutins – dans le même temps invités à participer à ce scrutin par le(s) mode(s) de suffrage mis à leur disposition à cette fin.	N.A.
51. Le système de vote électronique à distance ne permettra pas à l'électeur d'obtenir une preuve du contenu du suffrage qu'il a enregistré.	N.A.
52. Dans un environnement supervisé, les informations relatives au suffrage disparaîtront de l'affichage vidéo, audio ou tactile utilisé par l'électeur pour exprimer son suffrage dès l'enregistrement de ce dernier. Quand une preuve papier du vote [électronique] est remise à l'électeur dans le bureau de vote, l'électeur ne doit pas avoir la possibilité de la montrer à toute autre personne ni d'emporter cette preuve à l'extérieur.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage. Aucune preuve n'est fournie aux électeurs, puisque les traces papier sont inaccessibles.

Résultats

53. Le système de vote électronique ne permettra pas de divulguer le nombre de suffrages exprimés pour les différentes options de vote avant la fermeture de l'urne électronique. Cette information ne sera révélée au public qu'après la clôture de la période du scrutin.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
54. Le système de vote électronique empêchera que le traitement d'informations relatives aux suffrages exprimés relativement à des sous-ensembles de votants choisis délibérément puisse révéler les décisions individuelles des électeurs.	Peut être atteint par des procédures adéquates après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
55. Tout décodage nécessaire au dépouillement des voix interviendra dès que possible après la clôture de la période du scrutin.	Peut être atteint par des procédures adéquates après les élections.
56. Les représentants de l'autorité électorale compétente pourront participer au dépouillement des votes, et les éventuels observateurs pourront observer leur comptabilisation.	La loi électorale stipule que ceci doit être effectué par le Collège d'Experts et par les témoins des partis : aucune mesure particulière n'est nécessaire.
57. Un procès-verbal du dépouillement des votes électroniques sera établi, avec les heures de début et de fin de l'opération ainsi que des informations sur les personnes qui y ont participé.	Peut être atteint par des procédures adéquates après les élections.
58. En cas d'irrégularité entachant l'intégrité de certains suffrages, ceux-ci seront notés comme tels.	Peut être atteint par des procédures adéquates après les élections.

Audit

59. Le système de vote électronique pourra faire l'objet d'un audit.	Voir les exigences générales (section 11).
60. Les conclusions de l'audit seront prises en compte	Les recommandations du Collège d'Experts doivent être

dans la préparation d'élections et de référendums ultérieurs.	prises en compte pour les élections suivantes.
---	--

8 Vote à distance / par Internet basé sur le chiffrement homomorphique

8.1 Raisons pour lesquelles le Consortium n'a pas retenu ce type de système de vote

Seul un petit nombre de systèmes de vote à distance sécurisés ont été développés et ce, sur papier. Presque aucun de ces systèmes n'a été déployé en pratique. Les experts s'accordent pour affirmer que ces systèmes souffrent encore de maladies de jeunesse.

En deuxième lieu, il n'est pas certain que le public est prêt à accepter un système de vote entièrement automatisé. Même s'il est possible de construire et de fournir des démonstrations mathématiques de la sécurité de tels systèmes, ces preuves ne peuvent guère être expliquées en termes simples au grand public. L'absence d'une trace papier et la nécessité d'accorder une confiance aveugle à la qualité des logiciels utilisés sont souvent cités comme les raisons pour ne pas adopter de tels systèmes de vote.

En troisième lieu, un système de vote à distance comporte toujours des logiciels à exécuter sur les machines clientes, c'est-à-dire sur celles à l'aide desquelles les électeurs expriment leurs votes. La sécurité de ces logiciels ne peut pas être assurée – en l'état actuel des technologies disponibles – à cause de la multitude de virus, de variantes de systèmes d'exploitation et de bogues que l'on peut s'attendre à trouver sur un ordinateur personnel. A l'heure actuelle, l'infrastructure nécessaire pour permettre le vote à domicile n'existe pas.

Enfin, il subsiste des questions relatives à la coercition, à l'achat de votes, etc., qui sont difficiles à éviter quel que soit le système de vote à distance mis en œuvre.

Ceci dit, il pourrait être intéressant de déployer ce type de système de vote pour des catégories spécifiques d'électeurs comme, par exemple, pour les Belges résidant à l'étranger. Ceci permettrait une expérimentation en vraie grandeur, pour autant que suffisamment de mesures de protection soient prises, et cela pourrait ouvrir la voie vers une plus grande automatisation du processus de vote.

8.2 Introduction

Les systèmes de vote décrits dans la présente section s'appuient sur le chiffrement homomorphique (« homomorphic encryption »). Dans ce type de chiffrement, à une opération sur le texte chiffré correspond une opération (éventuellement différente) sur le texte non chiffré. Dans le cas envisagé ici, le produit des messages chiffrés est égal à la somme des messages non chiffrés. Ceci est utile pour le vote électronique, dans lequel les messages correspondent aux votes, ce qui permet d'obtenir la somme des votes sans devoir déchiffrer chaque vote individuellement.

Le système de vote à distance s'appuyant sur le chiffrement homomorphique est décrit à la **Figure 23**. Il se compose de deux parties : une partie « serveur » et une partie « client ». Le serveur est géré par les officiels responsables des élections et contient principalement le logiciel électoral (côté serveur), le logiciel gestionnaire de configurations, un serveur Web et des bases de données. Le serveur Web remplit deux fonctions distinctes : il affiche des informations relatives aux scrutins et il permet le téléchargement, dans les clients, du logiciel électoral côté client. Le logiciel électoral (côté serveur) exécute toutes les tâches relatives aux votes qui incombent au serveur. Le logiciel de gestion de configurations traite les informations qui lui sont fournies par les officiels responsables des élections, les met en forme et les met à disposition

des autres modules.

Les électeurs et les personnes en charge du comptage (les « compteurs ») se connectent aux serveurs pour toutes les opérations relatives au vote, telles que l'enregistrement, le vote lui-même et le comptage. Les logiciels Clients d'Enregistrement et Clients de Vote sont utilisés par les électeurs ; les logiciels Clients de Comptage sont utilisés par les *totalisateurs* (voir plus bas) pour effectuer leur partie du comptage total.

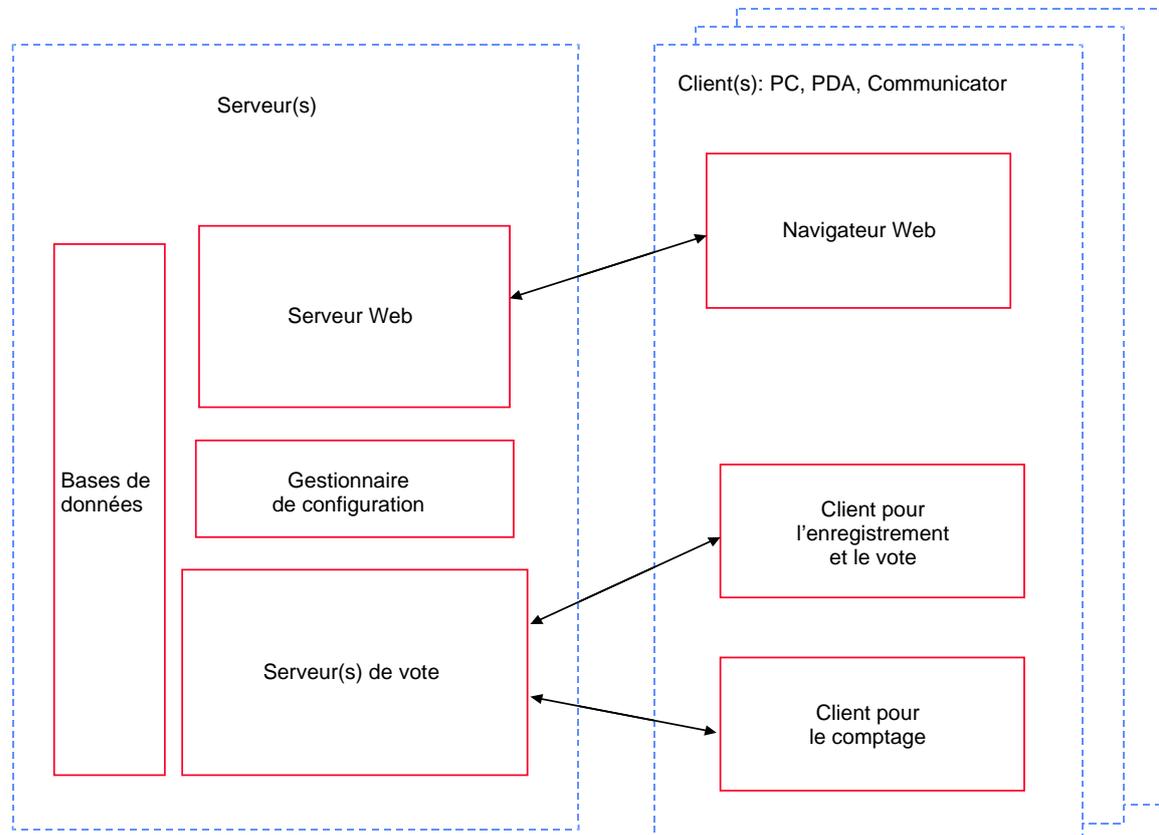


Figure 23. Architecture pour le vote à distance base sur le chiffrement homomorphe

8.3 Aperçu fonctionnel de l'architecture du système de vote à distance

Nous examinons ici les différentes phases d'un scrutin et la relation entre ces phases et le vote à distance. Un scrutin complet peut être décomposé en trois phases :

- la phase de préparation (avant le scrutin),
- la phase de vote (élection),
- la phase de tabulation ou de comptage (après le scrutin).

8.3.1 La phase de préparation

La phase de préparation implique l'initialisation des éléments techniques du système de vote du côté des serveurs ainsi que la mise en place de la structure organisationnelle. Tous les paramètres relatifs aux scrutins sont configurés à l'aide des outils du Gestionnaire de Configuration.

8.3.1.1 Officiels en charge du vote, scrutateurs et administrateurs

Un certain nombre de rôles sont attribués à des personnes : *officiels en charge des élections*, *scrutateurs* et *administrateurs*. On suppose que les personnes concernées ont été formées de manière spécifique à l'exercice des fonctions qui correspondent à leurs rôles et qu'elles comprennent ces rôles et les responsabilités afférentes.

Les officiels en charge des élections exécutent toutes les étapes du processus d'élection qui nécessitent des interventions humaines, telles que, par exemple : faire fonctionner les systèmes informatiques (côté serveurs) et leur fournir toutes les données nécessaires. Ils ont également la responsabilité de composer les formulaires de vote et de les attribuer aux (classes d') électeurs.

Les scrutateurs vérifient le déroulement du processus d'élection, en examinant à la fois les actions posées par les officiels en charge des élections et le fonctionnement des systèmes informatiques.

Les administrateurs sont des utilisateurs privilégiés du système de vote à distance : ils assurent le bon fonctionnement des équipements informatiques et des logiciels pendant la totalité du processus d'élection.

8.3.1.2 Totalisateurs

En plus des personnes dont les rôles viennent d'être décrits, un certain nombre de *totalisateurs* sont désignés. Ces personnes auront la mission de déterminer les résultats des élections sur base des votes émis. Leur travail dépend de façon significative des protocoles cryptographiques utilisés. Le nombre de totalisateurs peut aller de un seul à plusieurs dizaines, voire centaines. En fonction des protocoles utilisés, des clés de comptage (totalisation) sont générées. Il peut s'agir

- soit de génération de paires spéciales de clés,
- soit d'interactions entre totalisateurs en vue de générer des parties individuelles d'une clé.

Dans tous les cas, les clés en question sont enregistrées sur une carte à puce ou sur un disque.

8.3.1.3 Enregistrement des électeurs

Enfin, il faut déterminer la liste des électeurs, ce qui peut exiger un processus long et complexe. Une étape importante de ce processus consiste en l'initialisation de mécanismes d'authentification d'électeurs à utiliser pendant le processus de vote.

Deux possibilités existent :

- L'enregistrement par les électeurs eux-mêmes. Cela peut se faire, par exemple, en demandant à chaque électeur d'utiliser un logiciel approprié pour générer une paire de clés et pour en soumettre la clé publique au serveur de vote à distance.
- L'enregistrement par les officiels ayant la charge des élections. Cela peut se faire, par exemple, à l'aide de cartes à puce pour autant que ces cartes aient été initialisées correctement. Cela permet aux officiels d'ajouter les clés publiques des électeurs à la base de données du serveur sans intervention des électeurs eux-mêmes.

Toutes les opérations d'enregistrement des électeurs doivent être effectuées bien avant le début du scrutin, c'est-à-dire : avant la phase de vote pendant laquelle les serveurs délivrent des bulletins de vote électroniques aux électeurs et reçoivent les votes émis.

8.3.2 La phase de vote

La phase de vote à proprement parler comporte quatre étapes : l'authentification de l'électeur, la production du bulletin de vote électronique, l'expression du vote et la validation du bulletin de vote électronique. Pour effectuer ces opérations, les électeurs téléchargent les logiciels de vote côté client pour se connecter au serveur à distance par le biais d'une connexion sécurisée SSL via l'Internet.

8.3.2.1 Etape d'authentification

L'authentification d'un électeur auprès du serveur de vote à distance se fait par le biais d'un moteur d'authentification, qui fournit les services d'authentification et de vérification aux autres composants du système. Les deux services principaux offerts sont :

- un service en ligne « défi / réponse » qui permet d'authentifier un électeur à partir d'un client à distance ;
- un service de vérification de signatures pour vérifier les messages reçus.

Une fois l'authentification de l'électeur effectuée avec succès, le processus continue par l'étape suivante : la production du bulletin de vote électronique.

8.3.2.2 Etape de production des bulletins de vote électroniques

Le logiciel du serveur de vote à distance se base sur l'identité authentifiée de l'électeur pour vérifier à quel(s) scrutin(s) cet électeur est en droit de participer ainsi que l'état de son processus de vote. Sur cette base, un bulletin de vote électronique est créé, puis envoyé vers la machine de l'électeur. Les bases de données appropriées sont mises à jour pour refléter ce qui vient d'être effectué.

8.3.2.3 Etape de vote

L'électeur utilise le bulletin de vote électronique qui vient de lui être envoyé pour émettre son vote, puis renvoyer celui-ci vers le serveur de vote à distance.

8.3.2.4 Etape de validation des bulletins

Le logiciel du serveur de vote à distance vérifie l'identité de l'électeur et l'état de son processus de vote. Le vote reçu est alors validé et, si la validation réussit, le vote est enregistré dans une base de données de type « tableau d'affichage ». Un accusé de réception est envoyé à l'électeur dans tous les cas.

A l'issue de la période consacrée au vote, les serveurs de vote à distance n'acceptent plus de bulletins de vote électroniques et la base de données « tableau d'affichage » est prête par la phase de comptage.

8.3.3 La phase de comptage

Une fois la phase de vote terminée, il faut procéder au comptage des voix (totalisation ou tabulation). Les personnes désignées en tant que totalisateurs utilisent, sur leurs ordinateurs, un logiciel de comptage qu'elles ont téléchargé. Ce logiciel établit une connexion au serveur de vote à distance par le biais d'une connexion sécurisée SSL via l'Internet.

- Le logiciel de comptage du serveur de vote à distance traite tous les votes contenus dans la base de données et produit un jeton.
- Les totalisateurs se connectent individuellement au serveur de vote à distance et récupèrent le jeton.
- Le logiciel du client de chaque totalisateur déchiffre le jeton.

- Le logiciel du client de chaque totalisateur renvoie le jeton déchiffré au serveur de vote à distance. Le logiciel du serveur peut valider les jetons reçus en retour afin d'éliminer d'éventuels « faux » jetons.
- Le logiciel du serveur de vote à distance récolte les jetons déchiffrés qu'il a reçus.
- Dès que le logiciel de comptage du serveur de vote à distance a reçu N sous-résultats sur un total de M (ces paramètres sont établis lors de la phase de préparation), il calcule les résultats finals du scrutin.
- Le logiciel de comptage du serveur de vote à distance rend publics les résultats finals du scrutin.

La publication des résultats du scrutin clôture le processus des élections.

8.4 Schéma de l'architecture du système de vote à distance

L'architecture du système de vote à distance est composée de blocs fonctionnels. Trois ensembles de blocs peuvent être distingués :

- les modules relatifs au serveur,
- les modules relatifs au client,
- les modules communs au serveur et au client.

La Figure 24 donne la légende des notations utilisées dans la Figure 25 et la Figure 26

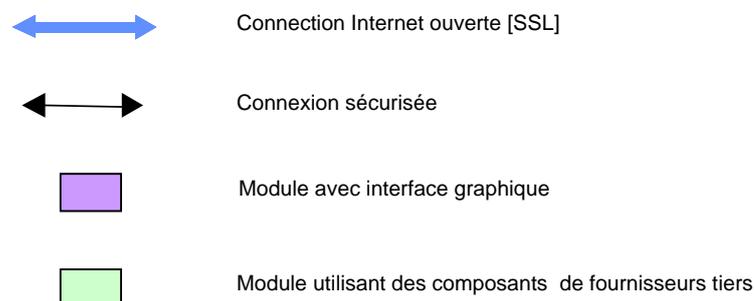


Figure 24. Légende

8.4.1 Architecture du serveur pour le vote à distance

Le serveur de vote à distance est présenté à la Figure 25 ci-dessous. Ce serveur comporte les éléments suivants :

- logiciel pour le vote à distance,
- logiciel pour la configuration du vote à distance,
- serveur HTML (Web),
- bases de données.

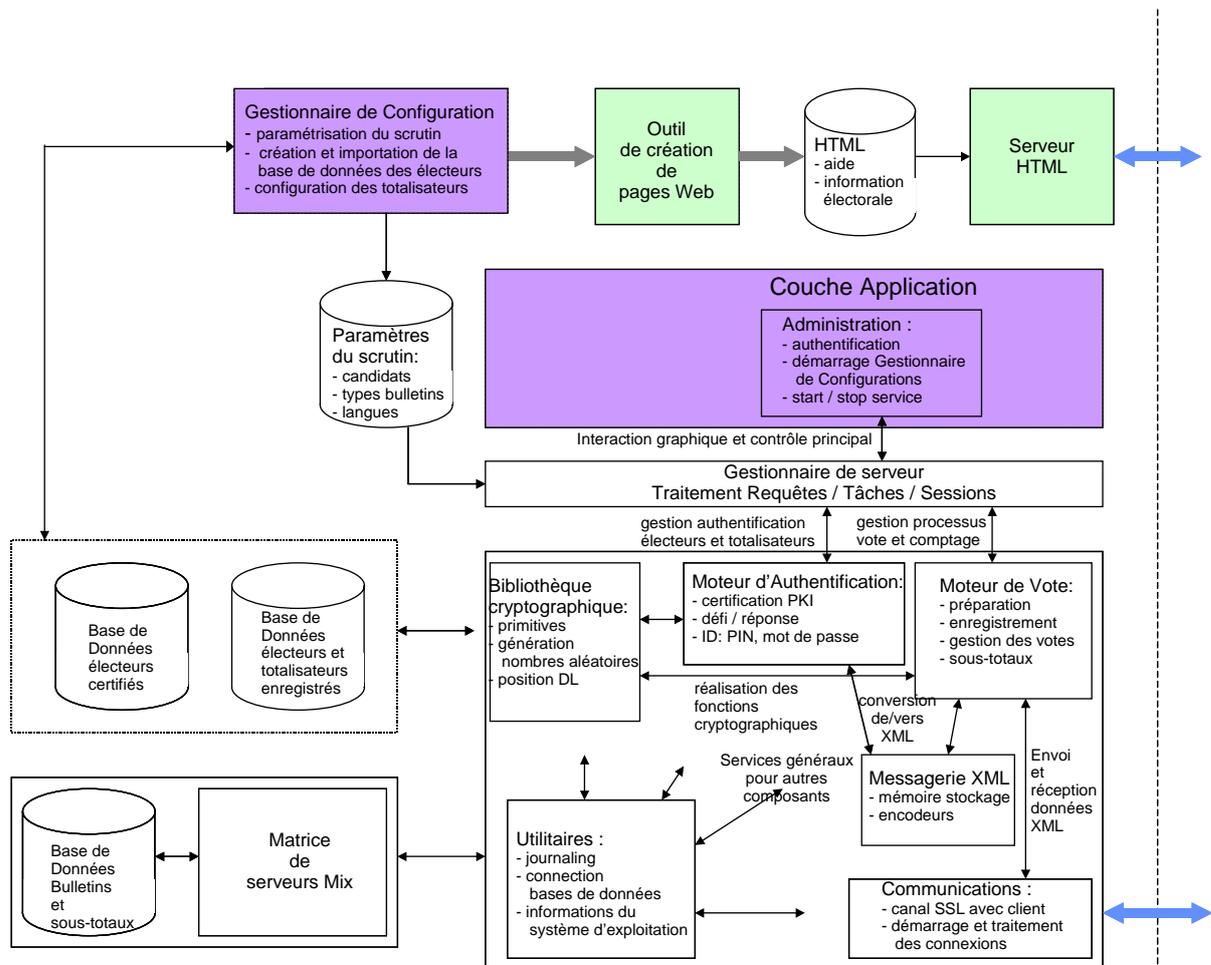


Figure 25. Architecture du système de vote à distance – Serveur

8.4.1.1 Bloc d'administration

Le bloc d'Administration fournit l'interface graphique par le biais de laquelle les administrateurs contrôlent le serveur de vote à distance. Comme le nombre de fonctions est limité, l'interface est simple. Les fonctions de ce bloc sont les suivantes :

- démarrer le serveur (service de démarrage et d'arrêt contrôlé par un minuteur),
- démarrer la tenue d'un journal des événements,
- démarrer le gestionnaire de configurations,
- afficher l'état du serveur,
- authentification des utilisateurs (pour empêcher les accès non autorisés).

8.4.1.2 Bases de données du serveur

Le système de vote à distance utilise trois bases de données :

- électeurs certifiés comme tels,
- électeurs et totalisateurs enregistrés,
- bulletins et totaux partiels.

Ces bases de données peuvent, mais ne doivent pas nécessairement, être enregistrées sur le même ordinateur. On pourrait fusionner les bases de données des électeurs

certifiées et des électeurs enregistrés en ajoutant un attribut « enregistré » dans la base de données des électeurs certifiés.

Il faut également prévoir l'enregistrement de données telles que les paramètres du scrutin, les pages Web pour le vote et les clés publiques des électeurs.

8.4.1.3 Configuration du serveur

Un module de configuration des paramètres du serveur s'avère nécessaire en raison des propriétés spécifiques de chaque scrutin. Une fois la configuration terminée, il faut empêcher toute modification par des personnes non autorisées. Certaines des informations devront être fournies au serveur Web pour permettre à ce dernier d'afficher l'information nécessaire au vote, mais ce n'est pas le rôle du module de configuration.

8.4.1.4 Serveur HTML (web)

Le serveur HTML (serveur Web) fournit les pages Web relatives au vote aux électeurs. Ses fonctions sont:

- la présentation des informations relatives au scrutin,
- la présentation d'informations relatives au processus de vote à distance,
- la mise à disposition d'un service de téléchargement des logiciels nécessaires pour les clients.

8.4.1.5 Autres modules

Les autres modules sont partagés avec le client et sont décrits à la section 8.4.3.

8.4.2 Architecture du client

Le client de vote à distance est présenté à la Figure 26. La structure du logiciel du client est conçue pour être aussi semblable que possible à celle du logiciel du serveur, de façon à alléger les coûts de maintenance du code. Cependant, il faut tenir compte d'autres facteurs au moins aussi importants, tels que : la taille du logiciel côté client et sa vitesse d'exécution. Il y a aussi des différences importantes entre le client et le serveur, en particulier en ce qui concerne l'interface graphique, l'utilisation de modules logiciels spécialisés pour la cryptographie, la connectivité avec les bases de données et les composants de gestion. Cela signifie que, bien que la plupart des blocs ont des noms identiques et beaucoup de contenu commun de part et d'autre, il y a néanmoins de nombreuses différences. Le logiciel des serveurs peut éventuellement contenir du code client non utilisé, mais tout code inutile doit être supprimé du logiciel client pour respecter les contraintes de taille et de temps de téléchargement.

Il y a encore d'autres différences entre le client et le serveur. Les paramètres relatifs au scrutin doivent être téléchargés à partir du serveur : il leur faut un espace de stockage et des méthodes d'accès. Néanmoins, il n'est pas nécessaire de disposer d'un gestionnaire de bases de données dans le client, puisqu'un système de fichiers ou d'objets peut suffire. En outre, seul le client doit pouvoir utiliser un lecteur de cartes à puce. Enfin, le serveur sera réalisé sous la forme d'une application écrite en Java, tandis que le client pourrait l'être sous la forme d'applet Java dans un navigateur standard. Même si on décidait d'utiliser une véritable application dans le serveur (au lieu d'applets Java dans un navigateur), le navigateur serait encore toujours nécessaire pour le fonctionnement du système de vote, en particulier pour les fonctions qui dépendent du serveur Web du serveur de vote à distance.

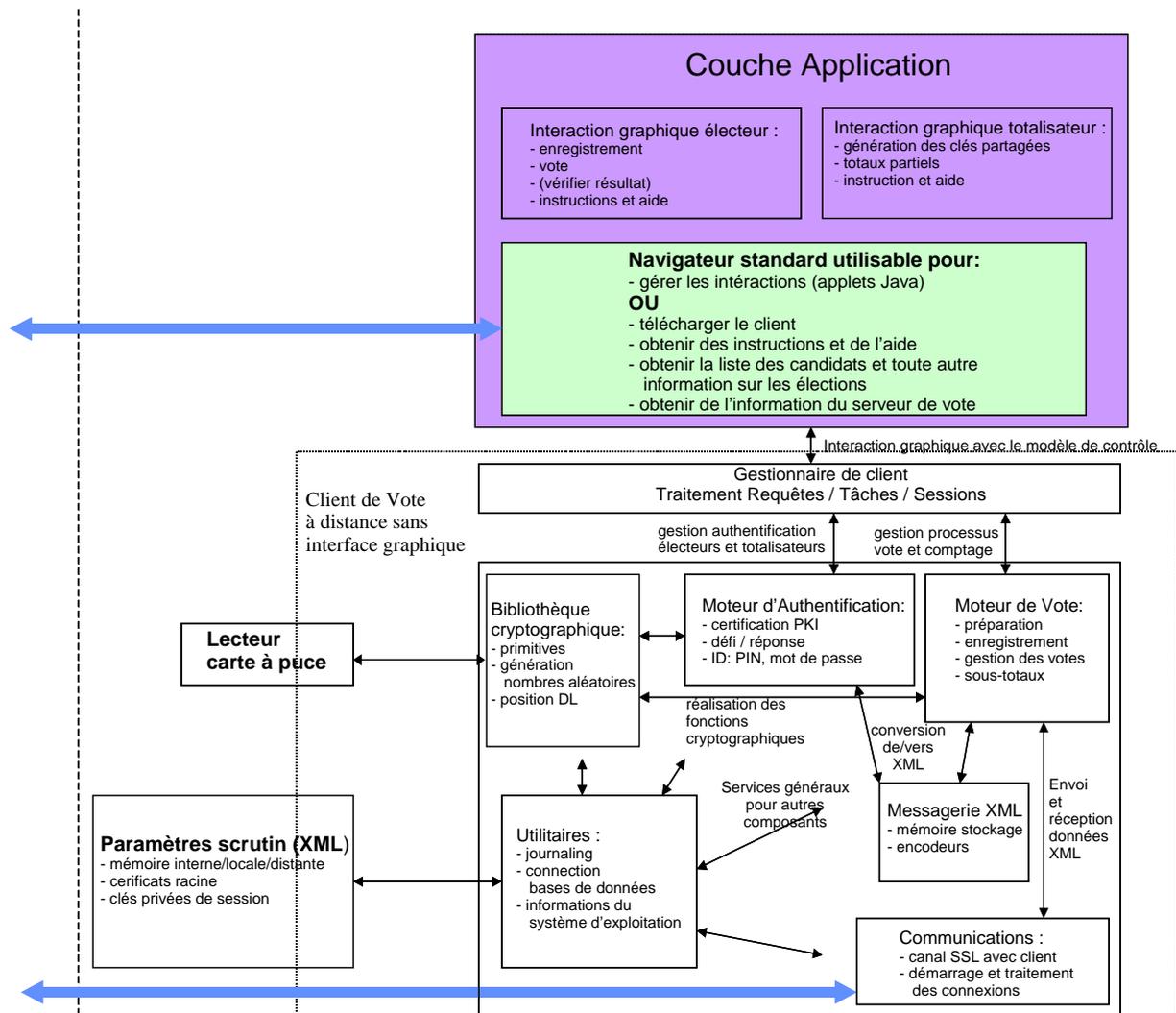


Figure 26. Architecture du système de vote à distance – Client

8.4.3 Modules logiciels communs au client et au serveur

Le logiciel commun du système de vote à distance a été décomposé en un certain nombre d'éléments en fonction des tâches à accomplir :

- gestionnaire serveur et clients,
- moteur d'authentification,
- moteur de vote,
- messagerie,
- communications,
- bibliothèque cryptographique,
- utilitaires.

Au plus haut niveau, on trouve les gestionnaires du serveur et des clients, qui ont la responsabilité des interactions des utilisateurs par le biais du module d'interface graphique et qui contrôlent les opérations. Ensuite, on trouve les moteurs d'authentification et de vote, qui fournissent les fonctionnalités principales. Les autres modules ont un rôle de support pour les fonctionnalités principales.

8.4.3.1 Gestionnaires pour le serveur et les clients

Les composants gestionnaires sont au cœur du logiciel du système de vote à distance. Ils contrôlent les autres modules en fonction de l'état du système. Ils affichent des informations à l'intention des utilisateurs et attendent les données fournies par celui-ci. Ils utilisent les services des autres modules par le biais des interfaces programmatiques.

8.4.3.2 Moteur d'authentification

Le moteur d'authentification authentifie un utilisateur avant qu'il soit autorisé à agir soit comme électeur, soit comme totalisateur. Le moteur d'authentification d'un client présentera l'identification de l'utilisateur (« user ID »). Le moteur d'authentification du serveur vérifiera, à l'aide de sa base de données, si cette identification est valide et il utilisera ensuite la méthode prévue pour authentifier cet utilisateur. La méthode s'appuie sur un protocole défi / réponse, qui accepte à la fois des clés publiques ou des approches par mot de passe / PIN.

8.4.3.3 Moteur de vote

La tâche du moteur de vote est de traiter les fonctions requises par les protocoles de vote.

8.4.3.4 Communications

Le module (« Communications ») a la responsabilité d'établir et de maintenir une connexion SSL entre le client et le serveur. A cet effet, le module Communications du serveur présente un certificat au client pour confirmer l'identité du serveur. (Il faut noter que l'authentification du client est traitée au niveau application par le moteur d'authentification). Tout le trafic réseau entre le client et le serveur est routé par le canal SSL sécurisé.

8.4.3.5 Bibliothèque cryptographique

La bibliothèque cryptographique est utilisée principalement pour réaliser les opérations de base nécessaires aux fonctions cryptographiques : ces opérations, de nature mathématique, sont au cœur de la bibliothèque. Elles permettent de réaliser, entre autres, le chiffrement homomorphique et les autres algorithmes à clé publique tels que les signatures numériques et la génération de valeurs initiales aléatoires pour les clés et les paires de clés, etc.

- Chiffrement: cette opération protège la confidentialité de l'information traitée, enregistrée (de manière temporaire ou permanente, selon l'application) ou transportée d'une entité à une autre.
- Algorithmes à clé secrète : ces algorithmes peuvent être utilisés pour communiquer de manière sécurisée entre un navigateur Web et un serveur Web, par exemple via SSLv3.0 ou TLSv1.0. Les algorithmes de chiffrement utilisables dans ce contexte sont l'AES (avec des clés de 128 bits) et le 3DES (avec des clés de 112 ou 168 bits). Le mode d'opération est alors choisi en fonction des besoins : CBC, CFB, etc.
- Les algorithmes à clé publique, tels que l'algorithme de chiffrement homomorphique El Gamal, sont utilisés pour protéger la confidentialité du vote d'un électeur.
- Génération pseudo-aléatoire : la sécurité d'un grand nombre de systèmes cryptographiques dépend de la génération de données initiales imprévisibles. On en trouve des exemples dans la génération d'une clé secrète, dans la

génération d'une paire de clés (El Gamal), la génération d'une valeur initiale pour le chiffrement El Gamal, etc. La bibliothèque cryptographique doit nécessairement disposer d'un générateur sécurisé de nombres pseudo-aléatoires, qui doit être initialisé avec soin afin de produire des séquences imprévisibles.

- Intégrité des données et authentification des messages : en fonction des besoins, la bibliothèque cryptographique s'appuie sur des techniques sans information secrète (fonctions de hachage cryptographiques), sur un secret partagé (codes d'authentification de messages) ou sur une cryptographie à clé publique telles que les signatures numériques (en utilisant les algorithmes RSA, El Gamal, DSA, etc.).
- Authentification des entités (identification) : ces techniques permettent à un intervenant (le vérificateur) de s'assurer que l'autre intervenant (le postulant) est bien celui qu'il déclare être afin d'empêcher le vol d'identité. La bibliothèque cryptographique fournit le support des protocoles d'identification à zéro-connaissance, des signatures numériques et des schémas à mot de passe. Si nécessaires, des mécanismes de bourrage sont appliqués avant la génération de signatures numériques.

8.4.3.6 Utilitaires

Toutes les fonctionnalités qui n'entrent pas dans les autres modules sont regroupées dans le module des utilitaires. On y trouve, entre autres :

- tenue des journaux: ouvrir/fermer un fichier, écrire dans un fichier ;
- fonctions de support à l'utilisation des bases de données ;
- obtention d'informations de bas niveau en provenance du système d'exploitation.

8.5 Conformité du système de vote à distance / par Internet avec les recommandations du Conseil de l'Europe

8.5.1 Introduction

Comme le Consortium ne recommande pas l'adoption d'un système de vote à distance par Internet, on examinera ci-dessous uniquement les exigences générales, en excluant donc les exigences techniques.

Une proposition de loi récente³¹ vise à permettre l'utilisation de l'internet comme canal de vote alternatif pour les citoyens belges résidant à l'étranger. Cette proposition ne comporte aucune indication au sujet du système de vote préconisé. Il faut remarquer que le texte fait référence à deux modalités de vote qui ne correspondent pas toutes deux à ce que le Conseil de l'Europe définit comme le « vote électronique à distance ». La première modalité consiste à émettre un vote à l'aide d'un ordinateur dans une ambassade ou un consulat, ce qui s'apparente au vote en kiosque et est

³¹ Proposition de loi modifiant l'article 180bis du Code électoral relatif au vote des Belges résidant à l'étranger visant à introduire le "vote par correspondance électronique", doc n° 52K0090, 6 août 2007

similaire au système de vote décrit ci-dessus. La seconde modalité consiste à émettre le vote à l'aide d'un ordinateur personnel au domicile de l'électeur. Ainsi qu'indiqué ci-dessus, le Conseil de l'Europe ne considère pas la première modalité comme un vote électronique à distance puisque le vote est émis dans un environnement contrôlé, ce qui évite les questions relatives à la protection du secret du vote, à la liberté du suffrage et à l'identification de l'électeur.

Le vote par Internet est vu comme une manière alternative de voter, mais il est exigé que l'électeur manifeste son souhait d'utiliser ce canal de vote avant l'élection.³² Les belges domiciliés à l'étranger ont déjà la possibilité de voter dans un environnement non supervisé, en utilisant le vote postal.

La Commission de Venise fait état, dans son rapport sur la conformité du vote à distance et du vote électronique avec les normes du Conseil de l'Europe³³, de la compatibilité du vote postal et du vote électronique avec les principes régissant les scrutins démocratiques. Elle affirme à ce propos que « leur compatibilité dépend en premier lieu de mesures adéquates, à mettre en œuvre par le biais de législations nationales et de pratiques légales, à prendre pour rencontrer les conditions prescrites en tenant compte plus particulièrement des conditions techniques et sociales ».

Selon l'article I.3.2 du Code de Bonne Pratique en Matière Électorale, le vote postal ne doit être autorisé que lorsque le service postal est sûr (en d'autres mots, lorsqu'il est protégé contre des manipulations délibérées) et fiable, c'est-à-dire qu'il fonctionne correctement.³⁴ Le vote électronique à distance doit bien entendu pouvoir offrir les mêmes garanties que le vote postal.

8.5.2 Suffrage universel

Le principe du suffrage universel impose la règle suivante : « A moins que les modes de vote électronique à distance ne soient universellement accessibles, ils ne constitueront qu'un moyen de vote supplémentaire et facultatif ». Ceci signifie que l'utilisation du seul canal de vote électronique pourrait restreindre l'accessibilité du vote. Il faut protéger l'électeur d'une situation dans laquelle le seul canal de vote qui lui est offert ne lui est pas effectivement accessible. Ceci implique la mise en œuvre de mesures organisationnelles et techniques garantissant que tous les électeurs auront effectivement la possibilité de voter le jour des élections. Le vote électronique à distance peut débiter et même se terminer avant l'heure d'ouverture des bureaux de vote. Il ne faut pas permettre que le vote électronique à distance puisse se poursuivre après la fin de la période consacrée au vote dans les bureaux de vote. Des procédures adéquates doivent permettre à l'électeur de voter s'il y a un problème avec les serveurs pendant la période consacrée au vote.

Il s'en suit que chaque électeur reconnu comme tel doit avoir accès au moins à un canal de vote et que, en outre :

³² L'article 180bis actuel de la Loi Électorale stipule que les citoyens belges résidant à l'étranger doivent remplir un formulaire indiquant le canal de vote qu'ils souhaitent utiliser ainsi que la commune dans laquelle ils souhaitent être enregistrés.

³³ Commission européenne pour la démocratie par le droit, Rapport sur la compatibilité du vote à distance et du vote électronique avec les standards du Conseil de l'Europe adopté par la Commission de Venise lors de sa 58e session plénière (Venise, 12-13 mars 2004).

³⁴ Commission européenne pour la démocratie par le droit, Rapport sur la compatibilité du vote à distance et du vote électronique avec les standards du Conseil de l'Europe adopté par la Commission de Venise lors de sa 58e session plénière (Venise, 12-13 mars 2004), pts 15 et 16.

- Des mesures seront prises pour garantir que les logiciels et les services concernés puissent être utilisés par tous les électeurs et, si nécessaire, pour fournir un accès à d'autres modes de vote (Recommandations 61b, 70a, 71a)
- Un plan de prévention des risques physiques sera mis en place pendant la période du scrutin (Recommandation 75b)
- Le personnel concerné sera prêt à intervenir rapidement selon une procédure établie par les autorités électorales (Recommandation 71b)
- Le système de vote électronique comportera des mesures visant à préserver la disponibilité de ses services durant la procédure de vote électronique. Il résistera en particulier aux dérangements, aux pannes et aux attaques en déni de service (Recommandation 30)
- Le système de vote électronique vérifiera régulièrement la conformité aux spécifications techniques du fonctionnement de ses éléments et la disponibilité de ses services (Recommandation 79b).

La période pendant laquelle le canal de vote électronique sera disponible devra être choisie de manière à maximiser l'accès des électeurs et elle devra être définie et rendue publique bien avant le début du scrutin (Recommandations 37, 45).

Enfin, il est recommandé que la procédure d'enregistrement des électeurs ne diffère pas de celle en vigueur afin d'éviter de créer la confusion dans les esprits de électeurs. L'exemple français mérite d'être souligné à ce propos : lors des élections législatives de juin 2006, la complexité de la procédure a découragé de nombreux électeurs domiciliés à l'étranger de choisir ce canal de vote pour l'élection de leurs représentants.

8.5.3 Suffrage équitable

Le principe du suffrage équitable exige que chaque électeur dispose d'un même nombre de voix que chaque autre électeur. La constitution belge accorde une voix à chaque électeur reconnu comme tel. Afin d'empêcher les votes multiples, la Commission de Venise recommande la mise en œuvre de mesures de protection particulières lorsque le vote électronique se fait en dehors du territoire national ; cela pourrait consister à biffer les noms des électeurs ayant choisi le vote électronique à distance des listes électorales. La proposition de loi modifiant le Code Électoral préconise l'utilisation soit d'un code personnel, soit d'une carte à puce (la carte d'identité électronique) en vue d'authentifier les électeurs.

L'utilisation d'une procédure d'authentification électronique implique la création d'un registre électronique des électeurs qui doit permettre de distinguer les électeurs reconnus comme tels des autres citoyens et les électeurs ayant complété la procédure de vote des autres. Dans le cas de canaux de vote multiples, il faut veiller aux problèmes pouvant résulter d'une mise à jour incomplète de ce registre. Dans le système actuellement en vigueur, l'électeur belge domicilié à l'étranger doit choisir un canal de vote par avance, ce qui permet d'établir des registres spécifiques pour chaque canal.

8.5.4 Suffrage libre

La libre formation et expression de l'opinion de l'électeur semble être particulièrement vulnérable dans le vote électronique à distance. Il est évident qu'il n'est pas possible de garantir le même niveau de confidentialité que dans l'isoloir. Le vote électronique à distance (par Internet) doit utiliser les mêmes normes que le vote postal. Il faut donc assurer la confidentialité du vote électronique à distance par le

biais de mesures similaires à celles qui sont appliquées au vote postal, en particulier en ce qui concerne les manipulations non autorisées de données, la protection de l'anonymat pour empêcher de révéler les choix de l'électeur et le maintien de l'authenticité et de l'intégrité des votes émis.

Des mesures spécifiques doivent être mises en œuvre pour offrir les garanties suivantes:

- Seul l'électeur doit pouvoir avoir accès à son propre vote. Des mesures techniques devraient empêcher l'enregistrement ou l'impression de ce vote par l'ordinateur utilisé pour le vote, mais cela semble difficile. Le secret du vote est assuré par une séparation stricte des procédures d'authentification de l'électeur et d'enregistrement du vote.
- Le système de vote électronique à distance ne devrait pas permettre l'exercice d'une influence sur l'électeur pendant le vote. Le système de vote électronique à distance décrit ici offre les mêmes garanties à ce sujet que le vote postal.
- Le système de vote électronique à distance ne doit pas permettre d'enregistrer un vote localement pour le transmettre plus tard vers l'urne électronique.
- Il faut éviter de permettre une identification des choix de l'électeur pendant le vote ou pendant sa transmission vers l'urne électronique, par exemple par des sons pouvant être associés avec une liste, un candidat ou une option de choix.

8.5.5 Vote secret

L'électeur doit pouvoir vérifier son vote et, si besoin, le modifier avant confirmation, dans le respect du secret du vote. La transparence du système de vote doit être garantie. Toute violation du secret du vote doit être sanctionnée (ligne de conduite I.4.d). Il ne doit pas être possible de reconstruire le contenu du vote d'un électeur et d'établir un lien avec l'électeur qui l'a émis. Il faut séparer le vote de l'information au sujet de l'électeur au plus tard au moment du dépôt du vote dans l'urne électronique, sans qu'il soit possible de reconstituer ce lien. Ceci implique les exigences suivantes :

- Tout ce qui pourrait mettre en danger le secret du vote doit être exclu de la procédure de vote et, en particulier, après l'authentification de l'électeur. Des mesures organisationnelles et techniques relatives à l'authentification (envoi de clés personnelles, utilisation de cartes d'identité électroniques, etc.) doivent assurer le secret du vote.
- A aucun moment l'identité de l'électeur et son vote ne seront accessibles simultanément sous une forme non chiffrée à une autre personne que l'électeur lui-même ou à un système (Recommandations n°16, 19, 34b, 35, 93a, 106), sauf dans les cas prévus par la loi et sanctionnés par l'autorité compétente.

Le système de vote électronique préservera la vie privée des personnes. La confidentialité des listes électorales enregistrées ou communiquées par le système sera assurée (Recommandation n°78).

8.5.6 Garanties de procédure

La transparence est cruciale, en particulier pendant la totalisation des votes. En Suisse, cette opération est réalisée par une commission composée de représentants des partis politiques ; cette commission est la seule à posséder les clés cryptographiques des urnes électroniques. En Belgique, l'existence du Collège d'Experts et des observateurs des partis politiques garantit une transparence comparable.

Dans le cas du vote électronique à distance (par Internet), les mesures de sécurité

peuvent empêcher la présence d'observateurs dans le local des serveurs de vote. Dans ce cas, des mesures doivent être prises pour permettre aux observateurs de contrôler les activités sans briser l'anonymat du vote.

Dans le cas du vote électronique à distance (par Internet), un électeur peut être amené à douter de l'authenticité d'un canal de vote qui lui est présenté. Dans ce cas, l'électeur sera informé des moyens de vérifier que la connexion est établie avec le serveur authentique et qu'un bulletin authentique lui est présenté (Recommandation n° 90b).

Enfin, il faut aussi prendre des mesures pour empêcher l'enregistrement de votes frauduleux ou erronés³⁵. Ceci implique les exigences suivantes :

- Le système de vote électronique vérifiera en premier lieu que l'utilisateur qui essaie de voter est habilité à le faire. Le système authentifiera l'électeur et s'assurera que seul le nombre approprié de suffrages par électeur sera enregistré et stocké dans l'urne électronique (Recommandations n°5a, 94).
- Les votes ne seront pas enregistrés en dehors de la période prescrite. Cependant, l'acceptation des suffrages électroniques se poursuivra toutefois pendant un délai acceptable pour tenir compte des éventuels retards de transmission des messages au travers des différents modes de vote électronique (Recommandations n° 91, 96).

8.6 Recommandations du Conseil de l'Europe

8.6.1 Normes juridiques

8.6.1.1 Principes

Suffrage universel

	Systèmes de vote à distance / par Internet
1. L'interface utilisateur du système de vote électronique sera compréhensible et facilement utilisable.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage.
2. Les éventuelles procédures d'inscription au vote électronique ne constitueront pas un obstacle empêchant l'électeur de participer au vote électronique.	Un registre central des électeurs doit être constitué. Ce registre pourrait se baser sur l'agrégation de tous les registres gérés actuellement au niveau des communes. Si une procédure particulière est mise en place pour s'enregistrer, il faut veiller à sa convivialité.
3. Les systèmes de vote électronique seront, dans toute la mesure du possible, conçus de manière à maximiser les possibilités qu'ils peuvent offrir aux personnes handicapées.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage.
4. A moins que les modes de vote électronique à distance ne soient universellement accessibles, ils ne constitueront qu'un moyen de vote supplémentaire et facultatif.	En cas de vote par l'Internet, il n'est pas nécessaire de prévoir d'autres canaux de vote, car ce système peut également être utilisé, par exemple dans un kiosque avec un intranet sécurisé.

³⁵ McGaley M., Gibson J.P., A critical analysis of the Council of Europe Recommendations on e-voting, disponible en ligne à l'URL: http://www.usenix.org/events/evt06/tech/full_papers/mcgaley/mcgaley_html/ (dernier accès: 31 août 2007).

Suffrage équitable

5. Dans toute élection ou référendum, un électeur ne pourra pas déposer plus d'un seul bulletin dans l'urne électronique. Un électeur ne sera autorisé à voter que s'il est établi que son bulletin n'a pas encore été déposé dans l'urne électronique.	Doit être atteint par des mesures techniques appropriées au niveau de la phase d'authentification. Les votes multiples seront empêchés par une mise à jour et une consultation permanentes de la base de données centrale des électeurs.
6. Le système de vote électronique empêchera l'électeur d'exprimer son vote par plusieurs modes de suffrage.	Un électeur s'inscrit pour un canal de vote spécifique ; il n'a droit qu'à un seul vote pour ce canal.
7. Tout bulletin déposé dans une urne électronique sera comptabilisé, et tout suffrage exprimé lors d'une élection ou d'un référendum ne sera comptabilisé qu'une seule fois.	Doit être atteint par des mesures techniques et des procédures appropriées.
8. Lorsque des modes de vote électroniques et non électroniques sont utilisés dans un même scrutin, une méthode sûre et fiable permettra d'additionner tous les suffrages et de calculer le résultat correct.	Similaire au système de vote électronique en usage actuellement.

Suffrage libre

9. L'organisation du vote électronique garantira la libre formation et expression de l'opinion de l'électeur, et, au besoin, l'exercice personnel du droit de vote.	Similaire au vote par correspondance.
10. La manière dont les électeurs sont guidés durant la procédure de vote électronique ne les amènera pas à voter dans la précipitation ou de manière irréfléchie.	L'électeur doit confirmer son vote afin l'enregistrement définitif de celui-ci.
11. Les électeurs pourront modifier leur choix à n'importe quelle étape de la procédure de vote électronique avant l'enregistrement de leur suffrage, ou même interrompre la procédure, sans que leur choix précédent ne soit enregistré ou que des tiers puissent en prendre connaissance.	Avant de confirmer son vote, l'électeur peut interrompre le processus à tout moment. Des mesures techniques doivent être prises pour qu'il ne soit pas possible d'enregistrer le bulletin rempli sur l'ordinateur utilisé pour le vote. Personne ne doit avoir accès au vote, que ce soit sur l'ordinateur utilisé pour le vote ou pendant la transmission.
12. Le système de vote électronique n'autorisera pas les influences destinées à manipuler la volonté de l'électeur pendant le vote.	Similaire au vote par correspondance.
13. Le système de vote électronique offrira à l'électeur un moyen de participer à une élection ou à un référendum sans qu'il ait à exprimer une préférence pour l'une quelconque des options de vote, par exemple en déposant un vote blanc.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage. L'électeur peut être amené à confirmer un vote blanc.
14. Le système de vote électronique indiquera clairement à l'électeur que le suffrage a été enregistré avec succès et à quel moment la procédure de vote est terminée.	Satisfait aisément par la confirmation demandée à l'électeur avant l'enregistrement de son vote.
15. Le système de vote électronique rendra impossible toute modification d'un suffrage une fois qu'il aura été enregistré.	Dépend du logiciel électoral et de sa résistance aux fraudes.

Vote secret

16. Le vote électronique sera organisé de manière à préserver le secret du vote à toutes les étapes de la procédure, et en particulier lors de l'authentification de l'électeur.	Les procédures d'authentification et de vote doivent être séparées de manière stricte. La procédure d'authentification doit se terminer au plus tard avant la confirmation finale par l'électeur. Les techniques homomorphiques garantissent l'anonymat pendant l'enregistrement et le comptage des votes.
17. Le système de vote électronique garantira que les suffrages exprimés dans l'urne électronique et le	Des mesures techniques garantissent une séparation totale de l'identité de l'électeur et du contenu de son vote, au plus

dépouillement sont et resteront anonymes, et qu'il est impossible d'établir un lien entre le vote et l'électeur.	tard au moment où le vote est déposé dans l'urne électronique
18. Le système de vote électronique sera conçu de telle manière que le nombre de suffrages attendus dans une urne électronique ne permette pas d'établir un lien entre le résultat et les électeurs individuels.	Des normes techniques et organisationnelles sont nécessaires ; les techniques de chiffrement homomorphe satisfont cette exigence.
19. Des mesures seront prises pour que les informations requises lors du traitement électronique ne puissent être utilisées pour violer le secret du vote.	Les procédures d'authentification et de vote doivent être séparées de manière stricte. La procédure d'authentification doit se terminer au plus tard avant la confirmation finale par l'électeur.

8.6.1.2 Garanties de procédure

Transparence

20. Les Etats membres prendront des mesures afin que les électeurs comprennent le système de vote électronique utilisé et aient ainsi confiance en lui.	Le système de vote électronique doit être expliqué aux électeurs.
21. Des informations sur le fonctionnement du système de vote électronique seront diffusées auprès du public.	Peut être atteint en publiant une description du fonctionnement du vote électronique et du processus de comptage.
22. Les électeurs se verront offrir la possibilité de s'exercer sur tout nouveau système de vote électronique avant l'enregistrement du suffrage et indépendamment de celui-ci.	Des dispositifs permettant de s'entraîner au vote doivent être mis à la disposition sur Internet et dans les communes.
23. La possibilité sera offerte à tous les observateurs, dans les limites fixées par la loi, d'assister à l'élection électronique, de l'observer et de la commenter, y compris au stade de l'établissement des résultats.	Aucune mesure particulière n'est nécessaire. Le Collège d'Experts est en charge de ce processus. Le Collège d'Experts doit aussi avoir accès aux sites utilisés pour le vote à distance et il doit pouvoir vérifier leur fonctionnement. S'il n'est pas possible d'autoriser la présence d'observateurs dans les salles des ordinateurs en raison de consignes de sécurité, d'autres mesures doivent être prises pour permettre aux observateurs de surveiller les activités.

Vérification et responsabilité

24. Les composants du système de vote électronique seront divulgués au moins aux autorités électorales compétentes, selon les besoins de la vérification et de l'homologation.	Voir les exigences générales (section 11).
25. Avant la mise en service de tout système de vote électronique, et à intervalles réguliers par la suite, en particulier si des changements ont été apportés au système, un organisme indépendant désigné par les autorités électorales compétentes vérifiera que le système de vote électronique fonctionne correctement et que toutes les mesures de sécurité nécessaires ont été prises.	La loi belge stipule que ce processus doit être pris en charge par le Collège d'Experts : aucune mesure particulière n'est nécessaire.
26. Le système offrira une possibilité de second dépouillement. D'autres caractéristiques du système de vote électronique qui pourraient peser sur l'exactitude du résultat seront vérifiables.	Il y a trois manières pour recompter les votes: <ul style="list-style-type: none"> a) un recomptage automatique dans le même système, b) un recomptage automatique par un autre ensemble de compteurs, c) un recomptage automatique avec un autre logiciel. Le Conseil de l'Europe propose différentes manières de réaliser un recomptage : faire un recomptage dans le

	système de vote électronique lui-même ; transférer l'urne électronique vers un système de comptage similaire mais distinct et refaire le comptage sur ce système ; effectuer le recomptage sur un système entièrement différent, mais capable d'opérer sur les informations du système de vote électronique.
27. Le système de vote électronique n'empêchera pas la nouvelle tenue, partielle ou complète, d'une élection ou d'un référendum.	Identique au système de vote traditionnel avec bulletins en papier.

Fiabilité et sécurité

28. Les autorités des Etats membres garantiront la fiabilité et la sécurité du système de vote électronique.	Peut être atteint par des procédures adéquates et des précautions techniques avant, pendant et après les élections.
29. Toutes les mesures possibles seront prises pour écarter les risques de fraude ou d'intervention non autorisée affectant le système pendant toute la procédure de vote.	Peut être atteint par des procédures adéquates et des précautions techniques avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
30. Le système de vote électronique comportera des mesures visant à préserver la disponibilité de ses services durant la procédure de vote électronique. Il résistera en particulier aux dérangements, aux pannes et aux attaques en déni de service.	Peut être atteint par des procédures adéquates et des précautions techniques avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
31. Avant toute élection ou référendum électronique, l'autorité électorale compétente vérifiera et établira elle-même que le système de vote électronique est authentique et fonctionne correctement.	Peut être atteint par des procédures adéquates et des précautions techniques avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
32. Seules les personnes autorisées par l'autorité électorale auront accès à l'infrastructure centrale, aux serveurs et aux données relatives au vote. Ces autorisations seront soumises à des règles claires. Les interventions techniques sensibles seront réalisées par des équipes d'au moins deux personnes. La composition de ces équipes changera régulièrement. Dans la mesure du possible, de telles interventions seront réalisées en-dehors des périodes électorales.	Peut être atteint par des procédures adéquates et des précautions techniques avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
33. Durant la période d'ouverture d'une urne électronique, toute intervention autorisée affectant le système sera réalisée par des équipes d'au moins deux personnes, fera l'objet d'un compte-rendu et sera contrôlée par des représentants de l'autorité électorale compétente et par tout observateur électoral.	Peut être atteint par des procédures adéquates et des précautions techniques pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
34. Le système de vote électronique préservera la disponibilité et l'intégrité des suffrages. Il assurera également leur confidentialité et les gardera scellés jusqu'au moment du dépouillement. Si les suffrages sont stockés ou transmis hors des environnements contrôlés, ils seront cryptés.	Les votes sont enregistrés sous forme chiffrée jusqu'au moment où le comptage sera autorisé.
35. Les votes et les informations relatives aux électeurs resteront scellés aussi longtemps que ces données seront conservées d'une manière qui permette d'établir le lien entre les deux. Les informations d'authentification seront séparées de la décision de l'électeur à une étape prédéfinie de l'élection électronique ou du référendum électronique.	Les procédures d'authentification et de vote doivent être séparées de manière stricte. La procédure d'authentification doit se terminer au plus tard avant la confirmation finale par l'électeur.

8.6.1.3 Normes opérationnelles

Notification

36. Les règles internes régissant une élection ou un référendum électroniques établiront un calendrier clair de toutes les étapes du scrutin ou référendum, aussi bien avant qu'après celui-ci.	La loi doit définir des procédures claires.
37. La période pendant laquelle un vote électronique pourra être enregistré ne commencera pas avant la notification du scrutin ou du référendum. En particulier pour ce qui est du vote électronique à distance, cette période sera définie et rendue publique bien avant le début du scrutin.	Aucune mesure particulière n'est nécessaire.
38. Bien avant le début du scrutin, les électeurs seront informés dans un langage clair et simple de la manière dont le vote électronique sera organisé et de toutes les démarches qu'ils pourraient avoir à effectuer pour y participer et voter.	Une information sur la procédure à suivre doit être fournie aux électeurs.

Electeurs

39. Une liste électorale sera régulièrement mise à jour. L'électeur pourra au moins vérifier les données le concernant qui y figurent et demander des corrections.	Identique au système de vote traditionnel avec bulletins en papier.
40. La possibilité de créer une liste électorale électronique et un mécanisme permettant de s'y inscrire en ligne, et, le cas échéant, de demander à voter par voie électronique, sera envisagée. Si la participation au vote électronique nécessite une inscription séparée et/ou des démarches supplémentaires de la part de l'électeur, cela pourra se faire par voie électronique et une procédure interactive sera envisagée dans la mesure du possible.	N.A.
41. Dans les cas où la période d'inscription des électeurs et les dates du scrutin coïncident, des dispositions adéquates seront prises pour l'authentification des électeurs.	N.A.

Candidats

42. La déclaration de candidature en ligne pourra être envisagée.	N.A.
43. Une liste de candidats produite et mise à disposition par voie électronique sera également accessible publiquement par d'autres moyens.	N.A.

Vote

44. Lorsque le vote électronique à distance se déroule pendant l'ouverture des bureaux de vote, il conviendra tout particulièrement de veiller à ce que le système soit conçu de manière à empêcher tout électeur de voter plusieurs fois.	Des mesures techniques doivent garantir le contrôle de la qualité d'électeur et le fait qu'un électeur n'a pas déjà émis un vote valide. Une mise à jour permanente de la base de données centrale est nécessaire.
--	--

45. Le vote électronique à distance pourra commencer et se terminer avant les heures d'ouverture de tout bureau de vote. Il ne se poursuivra pas après la clôture du scrutin dans les bureaux de vote.	Peut être atteint par des procédures appropriées. En cas d'impossibilité de voter par le canal de vote à distance, d'autres canaux doivent être mis à disposition.
46. Pour chaque mode de suffrage électronique, des modalités d'aide et d'assistance concernant les procédures de vote seront établies et mises à la disposition des électeurs. Pour le vote électronique à distance, ces modalités seront également accessibles par des moyens de communication différents et généralement accessibles.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant les élections, en fournissant des informations adéquates au sujet du processus de vote. Les électeurs ont déjà actuellement la possibilité de demander de l'aide d'un membre du personnel du bureau de vote.
47. Toutes les options de vote seront présentées de manière égale sur l'appareil utilisé pour l'enregistrement du vote électronique.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage.
48. Le bulletin électronique servant à enregistrer le suffrage sera exempt de toute information sur les options de vote autre que ce qui est strictement nécessaire à l'expression du suffrage. Le système de vote électronique évitera l'affichage d'autres messages susceptibles d'influencer le choix de l'électeur.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage.
49. S'il est décidé de permettre l'accès à des informations sur les options de vote à partir du site de vote électronique, ces informations seront présentées de manière égale.	N.A.
50. L'attention des électeurs utilisant un système de vote électronique sera explicitement attirée sur le fait que l'élection ou le référendum électroniques pour lequel ils vont enregistrer leur vote par des moyens électroniques est une élection ou un référendum réel. S'il s'agit de tests, l'attention des participants sera explicitement attirée sur le fait qu'ils ne sont pas en train de participer à une élection ou un référendum réel, et ceux-ci seront – si les tests sont concomitants aux scrutins – dans le même temps invités à participer à ce scrutin par le(s) mode(s) de suffrage mis à leur disposition à cette fin.	Exigence satisfaite par la confirmation exigée de l'électeur avant enregistrement de son vote.
51. Le système de vote électronique à distance ne permettra pas à l'électeur d'obtenir une preuve du contenu du suffrage qu'il a enregistré.	Des mesures techniques doivent empêcher l'impression ou l'enregistrement du vote sur l'ordinateur utilisé pour voter à distance.
52. Dans un environnement supervisé, les informations relatives au suffrage disparaîtront de l'affichage vidéo, audio ou tactile utilisé par l'électeur pour exprimer son suffrage dès l'enregistrement de ce dernier. Quand une preuve papier du vote [électronique] est remise à l'électeur dans le bureau de vote, l'électeur ne doit pas avoir la possibilité de la montrer à toute autre personne ni d'emporter cette preuve à l'extérieur.	N.A.

Résultats

53. Le système de vote électronique ne permettra pas de divulguer le nombre de suffrages exprimés pour les différentes options de vote avant la fermeture de l'urne électronique. Cette information ne sera révélée au public qu'après la clôture de la période du scrutin.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
54. Le système de vote électronique empêchera que le traitement d'informations relatives aux suffrages exprimés relativement à des sous-ensembles de votants choisis délibérément puisse révéler les décisions individuelles des électeurs.	Peut être atteint par des procédures adéquates après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11). La centralisation des votes permet leur mélange dans une seule « urne électronique », par exemple en utilisant l'encryption homomorphe.
55. Tout décodage nécessaire au dépouillement des voix	Peut être atteint par des procédures adéquates après les

interviendra dès que possible après la clôture de la période du scrutin.	élections.
56. Les représentants de l'autorité électorale compétente pourront participer au dépouillement des votes, et les éventuels observateurs pourront observer leur comptabilisation.	La loi électorale stipule que ceci doit être effectué par le Collège d'Experts et par les témoins des partis ; la présence des observateurs dans les salles d'ordinateurs contenant les serveurs centraux peut être autorisée (voir aussi le commentaire sur la recommandation n°23).
57. Un procès-verbal du dépouillement des votes électroniques sera établi, avec les heures de début et de fin de l'opération ainsi que des informations sur les personnes qui y ont participé.	Peut être atteint par des procédures adéquates après les élections.
58. En cas d'irrégularité entachant l'intégrité de certains suffrages, ceux-ci seront notés comme tels.	Peut être atteint par des procédures adéquates après les élections.

Audit

59. Le système de vote électronique pourra faire l'objet d'un audit.	Voir les exigences générales (section 11).
60. Les conclusions de l'audit seront prises en compte dans la préparation d'élections et de référendums ultérieurs.	Les recommandations du Collège d'Experts doivent être prises en compte pour les élections suivantes.

9 Le vote en kiosque basé sur le chiffrement homomorphique

9.1 Raisons pour lesquelles le Consortium n'a pas retenu ce type de système de vote

Lorsque l'on compare le système de vote en kiosque au système de vote électronique à distance de la section précédente, un certain nombre de problèmes disparaissent, mais pas tous.

Seul un petit nombre de systèmes de vote basés sur le chiffrement homomorphique ont été développés et ce, sur papier. Presque aucun de ces systèmes n'a été déployé en pratique. Les experts s'accordent pour affirmer que ces systèmes souffrent encore de maladies de jeunesse.

En deuxième lieu, il n'est pas certain que le public est prêt à accepter un système de vote entièrement automatisé. Même s'il est possible de construire et de fournir des démonstrations mathématiques de la sécurité de tels systèmes, ces preuves ne peuvent guère être expliquées en termes simples au grand public. L'absence d'une trace papier et la nécessité d'accorder une confiance aveugle à la qualité des logiciels utilisés sont souvent cités comme les raisons pour ne pas adopter de tels systèmes de vote. Comme ce type de systèmes s'appuie sur des techniques cryptographiques robustes, on pourrait considérer que les craintes du public ne sont pas fondées. Si la confiance dans les systèmes automatisés venait à croître dans le futur, le type de système de vote décrit ici pourrait être pris en considération.

Ceci dit, il pourrait être intéressant de déployer ce type de système de vote pour des catégories spécifiques d'électeurs comme, par exemple, pour les Belges résidant à l'étranger. Ceci permettrait une expérimentation en vraie grandeur, pour autant que suffisamment de mesures de protection soient prises, et cela pourrait ouvrir la voie vers une plus grande automatisation du processus de vote.

9.2 Description

Le vote en kiosque fait référence à des dispositifs de vote électronique dans lesquels les électeurs se rendent dans un bureau de vote ou dans un autre lieu officiel désigné à cet effet afin d'émettre un vote à l'aide d'une machine à voter connectée à un serveur situé dans un autre lieu. Les votes sont ensuite transmis à un serveur central dans lequel sont effectuées les opérations de totalisation.

En fonction de la définition utilisée par le Conseil de l'Europe, le vote en kiosque n'est pas considéré comme un vote électronique à distance. En effet, le Conseil de l'Europe considère que le vote électronique à distance est restreint aux cas dans lesquels les électeurs émettent leurs votes dans des environnements non surveillés par des membres des services électoraux comme, par exemple, à leur domicile.³⁶

Nous justifions cette distinction par le fait que, dans un système de vote en kiosque, les précautions habituelles pour garantir l'identité de l'électeur, le secret du vote et la liberté du suffrage sont maintenues. Dans ce type de système de vote, il n'est pas nécessaire de traiter une série de problèmes qui apparaissent dans les systèmes dans lesquels les votes sont émis dans des environnements non surveillés.

³⁶ Conseil de l'Europe, Recommandation Rec(2004)11, "Exposé des motifs", 30 Septembre 2004, point 26, pp. 29-30

La situation analysée ici se base sur le scénario décrit à la section 7 (systèmes de vote à clients légers). Cependant, dans cette situation-ci, le réseau local interne au bureau de vote est remplacé par un réseau général couvrant tout le territoire national et qui relie tous les lieux de vote à des serveurs centraux situés, par exemple, au SPF Intérieur. Cette architecture réduit les possibilités d'attaques sur les serveurs, mais augmente celles sur le réseau.

Le vote en kiosque peut être réalisé de manière similaire au vote à distance basé sur le chiffrement homomorphique (voir la section 8). Cependant, il n'est pas nécessaire que l'électeur s'identifie auprès de l'ordinateur de vote : il peut le faire auprès du président du bureau de vote, qui lui remet un jeton de vote permettant à l'électeur d'amorcer la procédure de vote. Le logiciel « client » et les fichiers de configuration à utiliser dans les ordinateurs de vote doivent être téléchargés auparavant dans tous les ordinateurs de vote, qui présenteront la même liste à chaque électeur, quel que soit l'endroit où il décidera de voter.

9.3 Conformité des systèmes de vote en kiosque avec les recommandations du Conseil de l'Europe

Comme le Consortium ne recommande pas l'adoption d'un système de vote à kiosque, on examinera ci-dessous uniquement les exigences générales, en excluant donc les exigences techniques.

9.3.1 Normes juridiques

9.3.1.1 Principes

Suffrage universel

	Systèmes de vote en kiosque
1. L'interface utilisateur du système de vote électronique sera compréhensible et facilement utilisable.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage.
2. Les éventuelles procédures d'inscription au vote électronique ne constitueront pas un obstacle empêchant l'électeur de participer au vote électronique.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage.
3. Les systèmes de vote électronique seront, dans toute la mesure du possible, conçus de manière à maximiser les possibilités qu'ils peuvent offrir aux personnes handicapées.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage.
4. A moins que les modes de vote électronique à distance ne soient universellement accessibles, ils ne constitueront qu'un moyen de vote supplémentaire et facultatif.	N.A.

Suffrage équitable

5. Dans toute élection ou référendum, un électeur ne pourra pas déposer plus d'un seul bulletin dans l'urne électronique. Un électeur ne sera autorisé à voter que s'il est établi que son bulletin n'a pas encore été déposé dans l'urne électronique.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage.
6. Le système de vote électronique empêchera l'électeur d'exprimer son vote par plusieurs modes	N.A. : il n'y a qu'un seul canal de vote.

de suffrage.	
7. Tout bulletin déposé dans une urne électronique sera comptabilisé, et tout suffrage exprimé lors d'une élection ou d'un référendum ne sera comptabilisé qu'une seule fois.	Doit être atteint par des mesures techniques et des procédures appropriées.
8. Lorsque des modes de vote électroniques et non électroniques sont utilisés dans un même scrutin, une méthode sûre et fiable permettra d'additionner tous les suffrages et de calculer le résultat correct.	Similaire au système de vote électronique en usage actuellement.

Suffrage libre

9. L'organisation du vote électronique garantira la libre formation et expression de l'opinion de l'électeur, et, au besoin, l'exercice personnel du droit de vote.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier ; garanti par l'utilisation d'un isoloir.
10. La manière dont les électeurs sont guidés durant la procédure de vote électronique ne les amènera pas à voter dans la précipitation ou de manière irréfléchie.	N.A. : identique au vote traditionnel sur bulletins en papier.
11. Les électeurs pourront modifier leur choix à n'importe quelle étape de la procédure de vote électronique avant l'enregistrement de leur suffrage, ou même interrompre la procédure, sans que leur choix précédent ne soit enregistré ou que des tiers puissent en prendre connaissance.	Avant de confirmer son vote, l'électeur peut interrompre le processus à tout moment.
12. Le système de vote électronique n'autorisera pas les influences destinées à manipuler la volonté de l'électeur pendant le vote.	Identique au vote traditionnel sur bulletins en papier ; le kiosque empêche d'exercer une influence sur l'électeur pendant le vote.
13. Le système de vote électronique offrira à l'électeur un moyen de participer à une élection ou à un référendum sans qu'il ait à exprimer une préférence pour l'une quelconque des options de vote, par exemple en déposant un vote blanc.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage. L'électeur peut être amené à confirmer un vote blanc.
14. Le système de vote électronique indiquera clairement à l'électeur que le suffrage a été enregistré avec succès et à quel moment la procédure de vote est terminée.	Satisfait aisément par la confirmation demandée à l'électeur avant l'enregistrement de son vote.
15. Le système de vote électronique rendra impossible toute modification d'un suffrage une fois qu'il aura été enregistré.	Dépend du logiciel électoral et de sa résistance aux fraudes.

Vote secret

16. Le vote électronique sera organisé de manière à préserver le secret du vote à toutes les étapes de la procédure, et en particulier lors de l'authentification de l'électeur.	Les procédures d'authentification et de vote doivent être séparées de manière stricte. La procédure d'authentification doit se terminer au plus tard avant la confirmation finale par l'électeur.
17. Le système de vote électronique garantira que les suffrages exprimés dans l'urne électronique et le dépouillement sont et resteront anonymes, et qu'il est impossible d'établir un lien entre le vote et l'électeur.	La procédure d'authentification doit se terminer au plus tard avant la confirmation finale par l'électeur.
18. Le système de vote électronique sera conçu de telle manière que le nombre de suffrages attendus dans une urne électronique ne permette pas d'établir un lien entre le résultat et les électeurs individuels.	Des normes techniques et organisationnelles sont nécessaires.
19. Des mesures seront prises pour que les informations requises lors du traitement électronique ne puissent être utilisées pour violer le secret du vote.	Les procédures d'authentification et de vote doivent être séparées de manière stricte. La procédure d'authentification doit se terminer au plus tard avant la confirmation finale par l'électeur.

9.3.1.2 Garanties de procédure

Transparence

20. Les Etats membres prendront des mesures afin que les électeurs comprennent le système de vote électronique utilisé et aient ainsi confiance en lui.	Les électeurs comprennent le système de vote électronique actuellement en usage et une majorité d'entre eux lui font confiance. Le système de vote en kiosque tel que conçu ici ne serait mis en œuvre que dans une seconde phase, après que les électeurs aient été amenés à faire confiance au système de vote électronique précédent. Le système de vote en kiosque ferait donc l'objet d'une « adoption » par les citoyens.
21. Des informations sur le fonctionnement du système de vote électronique seront diffusées auprès du public.	Peut être atteint en publiant une description du fonctionnement du vote électronique et du processus de comptage.
22. Les électeurs se verront offrir la possibilité de s'exercer sur tout nouveau système de vote électronique avant l'enregistrement du suffrage et indépendamment de celui-ci.	Des dispositifs permettant de s'entraîner au vote doivent être mis à la disposition sur Internet et dans les communes.
23. La possibilité sera offerte à tous les observateurs, dans les limites fixées par la loi, d'assister à l'élection électronique, de l'observer et de la commenter, y compris au stade de l'établissement des résultats.	Aucune mesure particulière n'est nécessaire. Le Collège d'Experts est en charge de ce processus.

Vérification et responsabilité

24. Les composants du système de vote électronique seront divulgués au moins aux autorités électorales compétentes, selon les besoins de la vérification et de l'homologation.	Voir les exigences générales (section 11).
25. Avant la mise en service de tout système de vote électronique, et à intervalles réguliers par la suite, en particulier si des changements ont été apportés au système, un organisme indépendant désigné par les autorités électorales compétentes vérifiera que le système de vote électronique fonctionne correctement et que toutes les mesures de sécurité nécessaires ont été prises.	La loi belge stipule que ce processus doit être pris en charge par le Collège d'Experts : aucune mesure particulière n'est nécessaire.
26. Le système offrira une possibilité de second dépouillement. D'autres caractéristiques du système de vote électronique qui pourraient peser sur l'exactitude du résultat seront vérifiables.	Il y a deux manières pour recompter les votes: a) un recomptage automatique dans le même système, b) un recomptage automatique avec un autre logiciel. Le Conseil de l'Europe propose différentes manières de réaliser un recomptage : faire un recomptage dans le système de vote électronique lui-même ; transférer l'urne électronique vers un système de comptage similaire mais distinct et refaire le comptage sur ce système ; effectuer le recomptage sur un système entièrement différent, mais capable d'opérer sur les informations du système de vote électronique.
27. Le système de vote électronique n'empêchera pas la nouvelle tenue, partielle ou complète, d'une élection ou d'un référendum.	Identique au système de vote traditionnel. Les électeurs appartiennent à une circonscription avec une liste spécifique de candidats. Si une partie de l'élection devait être recommencée, cela devrait se faire avec les différentes listes de candidats.

Fiabilité et sécurité

28. Les autorités des Etats membres garantiront la fiabilité et la sécurité du système de vote électronique.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, pendant et après les élections.
29. Toutes les mesures possibles seront prises pour écarter les risques de fraude ou d'intervention non autorisée affectant le système pendant toute la procédure de vote.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
30. Le système de vote électronique comportera des mesures visant à préserver la disponibilité de ses services durant la procédure de vote électronique. Il résistera en particulier aux dérangements, aux pannes et aux attaques en déni de service.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
31. Avant toute élection ou référendum électronique, l'autorité électorale compétente vérifiera et établira elle-même que le système de vote électronique est authentique et fonctionne correctement.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
32. Seules les personnes autorisées par l'autorité électorale auront accès à l'infrastructure centrale, aux serveurs et aux données relatives au vote. Ces autorisations seront soumises à des règles claires. Les interventions techniques sensibles seront réalisées par des équipes d'au moins deux personnes. La composition de ces équipes changera régulièrement. Dans la mesure du possible, de telles interventions seront réalisées en-dehors des périodes électorales.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
33. Durant la période d'ouverture d'une urne électronique, toute intervention autorisée affectant le système sera réalisée par des équipes d'au moins deux personnes, fera l'objet d'un compte-rendu et sera contrôlée par des représentants de l'autorité électorale compétente et par tout observateur électoral.	Peut être atteint par des procédures adéquates pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
34. Le système de vote électronique préservera la disponibilité et l'intégrité des suffrages. Il assurera également leur confidentialité et les gardera scellés jusqu'au moment du dépouillement. Si les suffrages sont stockés ou transmis hors des environnements contrôlés, ils seront cryptés.	Les votes sont enregistrés sous forme chiffrée jusqu'au moment où le comptage sera autorisé.
35. Les votes et les informations relatives aux électeurs resteront scellés aussi longtemps que ces données seront conservées d'une manière qui permette d'établir le lien entre les deux. Les informations d'authentification seront séparées de la décision de l'électeur à une étape prédéfinie de l'élection électronique ou du référendum électronique.	Les procédures d'authentification et de vote doivent être séparées de manière stricte. La procédure d'authentification doit se terminer au plus tard avant la confirmation finale par l'électeur.

9.3.1.3 Normes opérationnelles

Notification

36. Les règles internes régissant une élection ou un référendum électroniques établiront un calendrier clair de toutes les étapes du scrutin ou référendum, aussi bien avant qu'après celui-ci.	La loi doit définir des procédures claires.
37. La période pendant laquelle un vote électronique pourra être enregistré ne commencera pas avant la notification du scrutin ou du référendum. En particulier pour ce qui est du vote électronique à distance, cette période sera définie et rendue	Aucune mesure particulière n'est nécessaire.

publique bien avant le début du scrutin.	
38. Bien avant le début du scrutin, les électeurs seront informés dans un langage clair et simple de la manière dont le vote électronique sera organisé et de toutes les démarches qu'ils pourraient avoir à effectuer pour y participer et voter.	Une information sur la procédure à suivre doit être fournie aux électeurs.

Electeurs

39. Une liste électorale sera régulièrement mise à jour. L'électeur pourra au moins vérifier les données le concernant qui y figurent et demander des corrections.	Identique au système de vote traditionnel avec bulletins en papier.
40. La possibilité de créer une liste électorale électronique et un mécanisme permettant de s'y inscrire en ligne, et, le cas échéant, de demander à voter par voie électronique, sera envisagée. Si la participation au vote électronique nécessite une inscription séparée et/ou des démarches supplémentaires de la part de l'électeur, cela pourra se faire par voie électronique et une procédure interactive sera envisagée dans la mesure du possible.	N.A.
41. Dans les cas où la période d'inscription des électeurs et les dates du scrutin coïncident, des dispositions adéquates seront prises pour l'authentification des électeurs.	N.A.

Candidats

42. La déclaration de candidature en ligne pourra être envisagée.	N.A.
43. Une liste de candidats produite et mise à disposition par voie électronique sera également accessible publiquement par d'autres moyens.	N.A.

Vote

44. Lorsque le vote électronique à distance se déroule pendant l'ouverture des bureaux de vote, il conviendra tout particulièrement de veiller à ce que le système soit conçu de manière à empêcher tout électeur de voter plusieurs fois.	N.A.
45. Le vote électronique à distance pourra commencer et se terminer avant les heures d'ouverture de tout bureau de vote. Il ne se poursuivra pas après la clôture du scrutin dans les bureaux de vote.	N.A.
46. Pour chaque mode de suffrage électronique, des modalités d'aide et d'assistance concernant les procédures de vote seront établies et mises à la disposition des électeurs. Pour le vote électronique à distance, ces modalités seront également accessibles par des moyens de communication différents et généralement accessibles.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant les élections, en fournissant des informations adéquates au sujet du processus de vote. Les électeurs ont déjà actuellement la possibilité de demander de l'aide d'un membre du personnel du bureau de vote.
47. Toutes les options de vote seront présentées de manière égale sur l'appareil utilisé pour l'enregistrement du vote électronique.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage.
48. Le bulletin électronique servant à enregistrer le suffrage sera exempt de toute information sur les options de vote autre que ce qui est strictement	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage.

nécessaire à l'expression du suffrage. Le système de vote électronique évitera l'affichage d'autres messages susceptibles d'influencer le choix de l'électeur.	
49. S'il est décidé de permettre l'accès à des informations sur les options de vote à partir du site de vote électronique, ces informations seront présentées de manière égale.	N.A.
50. L'attention des électeurs utilisant un système de vote électronique sera explicitement attirée sur le fait que l'élection ou le référendum électroniques pour lequel ils vont enregistrer leur vote par des moyens électroniques est une élection ou un référendum réel. S'il s'agit de tests, l'attention des participants sera explicitement attirée sur le fait qu'ils ne sont pas en train de participer à une élection ou un référendum réel, et ceux-ci seront – si les tests sont concomitants aux scrutins – dans le même temps invités à participer à ce scrutin par le(s) mode(s) de suffrage mis à leur disposition à cette fin.	N.A.
51. Le système de vote électronique à distance ne permettra pas à l'électeur d'obtenir une preuve du contenu du suffrage qu'il a enregistré.	N.A.
52. Dans un environnement supervisé, les informations relatives au suffrage disparaîtront de l'affichage vidéo, audio ou tactile utilisé par l'électeur pour exprimer son suffrage dès l'enregistrement de ce dernier. Quand une preuve papier du vote [électronique] est remise à l'électeur dans le bureau de vote, l'électeur ne doit pas avoir la possibilité de la montrer à toute autre personne ni d'emporter cette preuve à l'extérieur.	Similaire au système de vote électronique actuellement en usage. Aucune preuve sur le contenu du vote n'est fournie à l'électeur.

Résultats

53. Le système de vote électronique ne permettra pas de divulguer le nombre de suffrages exprimés pour les différentes options de vote avant la fermeture de l'urne électronique. Cette information ne sera révélée au public qu'après la clôture de la période du scrutin.	Peut être atteint par des procédures adéquates avant, pendant et après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11).
54. Le système de vote électronique empêchera que le traitement d'informations relatives aux suffrages exprimés relativement à des sous-ensembles de votants choisis délibérément puisse révéler les décisions individuelles des électeurs.	Peut être atteint par des procédures adéquates après les élections, ainsi que par les exigences générales (section 11). La centralisation des votes permet leur mélange dans une seule « urne électronique », par exemple en utilisation l'encryption homomorphe.
55. Tout décodage nécessaire au dépouillement des voix interviendra dès que possible après la clôture de la période du scrutin.	Peut être atteint par des procédures adéquates après les élections.
56. Les représentants de l'autorité électorale compétente pourront participer au dépouillement des votes, et les éventuels observateurs pourront observer leur comptabilisation.	La loi électorale stipule que ceci doit être effectué par le Collège d'Experts et par les témoins des partis : aucune mesure particulière n'est nécessaire.
57. Un procès-verbal du dépouillement des votes électroniques sera établi, avec les heures de début et de fin de l'opération ainsi que des informations sur les personnes qui y ont participé.	Peut être atteint par des procédures adéquates après les élections.
58. En cas d'irrégularité entachant l'intégrité de certains suffrages, ceux-ci seront notés comme tels.	Peut être atteint par des procédures adéquates après les élections.

Audit

59. Le système de vote électronique pourra faire l'objet d'un audit.	Voir les exigences générales (section 11).
60. Les conclusions de l'audit seront prises en compte dans la préparation d'élections et de référendums ultérieurs.	Les recommandations du Collège d'Experts doivent être prises en compte pour les élections suivantes.

10 Observations de nature juridique

10.1 Introduction

C'est en 2004 que le Conseil de l'Europe a publié des recommandations sur les systèmes de vote électroniques. Ce texte n'a pas de force légale, mais il constitue des « normes minimales dont l'application aux systèmes de vote électronique peut aider à en assurer la conformité aux principes des élections et des référendums démocratiques ». ³⁷ Ce chapitre-ci du rapport traitera non seulement des normes juridiques, mais également des normes opérationnelles (décrivant comment le matériel et le logiciel pour le vote électronique doivent être traités) et des normes techniques (décrivant comment le matériel et le logiciel pour le vote électronique doivent être construits et utilisés) chaque fois que leur application pourrait avoir une influence sur la conformité avec les principes des élections démocratiques.

Il faut remarquer que, pour le Conseil de l'Europe, malgré le fait que « les systèmes de vote électronique doivent être conçus et utilisés de manière à garantir la fiabilité et la sécurité du processus de vote à l'égal des systèmes de vote non électronique », « il peut être nécessaire d'attacher davantage d'importance à l'application de tel principe plutôt que de tel autre. » De fait, les principes en question ne sont pas tous appliqués de la même manière dans les systèmes de vote non électronique. Par exemple, dans le cas du vote postal, la liberté du vote n'est pas assurée de la même façon que dans le vote traditionnel. Dans certains cas, il peut être nécessaire de mettre en balance des exigences contradictoires. Si l'on part du principe que tout système de vote électronique doit fournir les mêmes garanties que le vote traditionnel sur bulletins en papier, on ne peut négliger le fait que leurs caractéristiques spécifiques peuvent entraîner un besoin d'adaptation des règles traditionnelles. A titre d'exemple, on peut citer la présence traditionnelle de témoins oculaires pendant la totalisation des votes, ce qui assure le respect des procédures prévues dans la loi (en particulier : l'annulation de bulletins non valides) ; ceci doit bien évidemment être adapté au vote électronique.

Enfin, il peut être nécessaire de prendre en compte d'autres lois que la loi électorale, telles que les lois sur la protection des données et sur la protection de la vie privée. C'est le cas, par exemple, lorsqu'un registre électronique des électeurs doit être constitué pour permettre l'authentification électronique : ce registre doit respecter les lois en question.

10.2 Recommandations du Conseil de l'Europe sur le vote électronique et leur implémentation dans le système actuellement en usage en Belgique

La présente section examine comment le système de vote électronique actuellement en usage en Belgique est conforme aux recommandations du Conseil de l'Europe ("CdE"). L'analyse fournira un aperçu du contenu des principes majeurs qui doivent être pris en compte lors du choix et de la réalisation d'un système de vote électronique et comparera avec la situation actuelle en Belgique.

Il est nécessaire d'appliquer les cinq principes à la base de toute élection démocratique (suffrage universel, suffrage équitable, suffrage libre, suffrage secret et

³⁷ Conseil de l'Europe, Recommandation Rec(2004)11, "Exposé des motifs", 30 Septembre 2004, p. 26

suffrage direct), qui sont assurés dans le vote traditionnel. L'analyse portera principalement sur les aspects juridiques, puisque les normes organisationnelles et techniques sont analysées ailleurs dans ce rapport. Une section supplémentaire traitera des garanties de procédure.

Les normes juridiques ont trait au contexte légal dans lequel le vote électronique est jugé légitime. Elles visent à établir suffisamment de garde-fous pour respecter les principes identifiés dans le Code de bonne conduite en matière électorale³⁸ comme étant les principes fondamentaux des élections démocratiques : suffrage universel, suffrage équitable, suffrage libre, suffrage secret et suffrage direct.³⁹ Le suffrage direct⁴⁰ ne nécessite aucune précaution particulière dans le cas du vote électronique et il ne sera donc pas traité ici. Soulignons à ce propos que le suffrage direct n'est pas non plus traité dans les recommandations du CdE.

10.2.1 Suffrage universel

Le suffrage universel signifie que tous les êtres humains ont le droit de voter et de se présenter comme candidats aux élections pour autant que certaines conditions soient remplies.⁴¹ Ce principe est garanti par une définition stricte des restrictions du droit de vote par le Code Electoral⁴² et par l'existence d'une procédure d'inscription ouverte et simple. En outre, la simplicité et la convivialité du système de vote traditionnel sur bulletins en papier garantit que tous les électeurs sont effectivement en mesure d'émettre leurs votes en connaissance de cause. L'introduction du vote électronique pourrait impliquer de nouvelles procédures d'inscription et l'utilisation de moyens techniques pour émettre son vote.

L'introduction d'un système de vote électronique pourrait donc complexifier le processus de vote à un point où une formation supplémentaire pourrait être nécessaire en vue de permettre aux électeurs de comprendre comment agir correctement face au système de vote électronique.

Par conséquent, afin de respecter le principe du suffrage universel, tout système de vote électronique doit prendre les éléments suivants en compte :

- l'inscription éventuelle des électeurs ne devra pas constituer un obstacle à la participation au vote électronique ;
- l'interface de vote sera facile à comprendre et à utiliser ;
- le système de vote électronique doit être conçu de manière à maximiser les opportunités que de tels systèmes peuvent offrir aux personnes handicapées.

10.2.1.1 Enregistrement des électeurs

Le système de vote électronique actuellement en usage en Belgique utilise le même registre des électeurs que le système traditionnel à bulletins en papier. Chaque commune établit une liste d'électeurs comportant de prénom et le nom, la date de

³⁸ Conseil de l'Europe, Commission de Venise : Code de bonne conduite en matière électorale (Avis N° 190/2002), adopté par la résolution 1320(2003) de l'assemblée parlementaire.

³⁹ Conseil de l'Europe, Recommandation Rec(2004)11, "Exposé des motifs", 30 Septembre 2004, p. 25

⁴⁰ Le suffrage direct signifie que les votes émis par les électeurs déterminent directement la (les) personne(s) élue(s). Voir: Conseil de l'Europe, Recommandation Rec(2004)11, "Exposé des motifs", 30 Septembre 2004, p. 25

⁴¹ Conseil de l'Europe, Recommandation Rec(2004)11, "Exposé des motifs", 30 Septembre 2004, p. 25

⁴² Pour la Belgique, voir les articles 1, 7 et 7bis du Code Electoral.

naissance, le sexe, le lieu principal de résidence et le numéro du registre national (article 10 de la loi électorale). En Belgique, les listes électorales sont formées à partir des registres de population tenus dans les communes. Comme l'inscription sur les registres de population est obligatoire, l'inscription sur les registres d'électeurs se fait automatiquement.

Tous les citoyens peuvent vérifier auprès de leur commune, jusqu'au douzième jour avant une élection, s'ils figurent sur les listes électorales et si les informations enregistrées sont correctes.

Le jour de l'élection, les listes d'électeurs sont affichées au bureau de vote (article 113 de la loi électorale). En outre, pour être autorisé à voter, chaque électeur doit présenter sa convocation, qui mentionne la date du scrutin, le bureau de vote ainsi que les heures d'ouverture et de fermeture de celui-ci. La convocation mentionne également le prénom et le nom, le sexe et le lieu de résidence principale de l'électeur et, le cas échéant, le nom de son époux(se) s'il figure sur les listes électorales (article 107 de la loi électorale). Aucune formalité particulière d'inscription n'est nécessaire pour le vote électronique.

Le système de vote électronique en usage actuellement en Belgique garantit bien une égalité de traitement parfaite entre les électeurs qui votent par le vote traditionnel à bulletins en papier et les électeurs qui utilisent les machines à voter. Il permet aux électeurs de vérifier les informations enregistrées à leur propos et de demander des corrections si nécessaire.

10.2.1.2 Accès aux systèmes de vote

Chaque électeur aura accès à un canal de vote au moins. Cela signifie que, lorsque l'on utilise des machines à voter, il faut une procédure de secours pour garantir que les électeurs seront en mesure de voter même en cas de défaillance du système de vote électronique.

Dans le système de vote électronique en usage actuellement en Belgique, la procédure à suivre en cas de panne d'une machine à voter est décrite dans les instructions du président du bureau de vote⁴³. Le président doit appeler le service d'assistance technique du fournisseur du matériel. En cas de panne de l'ordinateur du président, l'élection est suspendue jusqu'au moment où soit la panne est réparée, soit la machine est remplacée. Un délégué du SPF Intérieur supervise l'assistance technique fournie aux bureaux de vote.

10.2.1.3 Convivialité et utilité du système

Le CdE recommande que les interfaces utilisateur soient conçues en fonction des meilleures pratiques en vue de maximiser l'utilité du système de vote électronique (Recommandations 1b, 61a, 65).⁴⁴ Ceci entraîne les conséquences suivantes :

- Les interfaces seront compréhensibles et elles permettront à l'électeur de savoir si son vote a été enregistré correctement (Recommandations 1a, 14, 50). La confirmation qui est demandée avant l'enregistrement définitif du

⁴³ Circulaire générale du 4 avril 2007 relative aux élections, adressée aux présidents des bureaux principaux, aux gouverneurs de province et aux administrations communales, pp.12-13

⁴⁴ McGaley M., Gibson J.P., A critical analysis of the Council of Europe Recommendations on e-voting, disponible en ligne à l'URL: http://www.usenix.org/events/evt06/tech/full_papers/mcgaley/mcgaley_html/, (dernier accès: 31 août 2007).

vote et la possibilité qui est offerte de changer un vote avant cette confirmation font en sorte que l'électeur est bien conscient du moment où son vote est enregistré définitivement. En ce qui concerne l'affichage des choix offerts aux électeurs, il faut rappeler que le Conseil d'Etat a reconnu⁴⁵ que l'affichage d'une même liste sur trois écrans différents pouvait induire les électeurs en erreur. Cet avis a eu pour effet d'entraîner une modification de la Loi sur l'Organisation du Vote Automatisé ("LOVA") en 2003⁴⁶ dans le sens que, désormais, ce ne sont plus seulement les abréviations des noms des partis qui apparaissent sur l'écran, mais également les logos, plus facilement identifiables par les électeurs.

- Des électeurs seront consultés pendant les phases de conception et de test des interfaces relatives au vote et à l'inscription Recommandation 62).
- Les besoins des électeurs moins valides doivent être pris en considération dans la conception des interfaces. Les associations de défense de ces personnes devront être consultées et on veillera à respecter les normes en vigueur en la matière (Recommandations 3, 63, 64). L'article 9 de la LOVA stipule que l'électeur qui rencontre des difficultés pour exprimer son vote peut demander l'aide du président du bureau ou d'un assesseur. Cette procédure exceptionnelle n'est offerte qu'aux personnes moins valides qui ne peuvent pénétrer dans l'isoloir sans assistance. En cas de doute sur la véracité du handicap, le président peut refuser ce droit à un électeur. Des isolements spécialement construits pour des électeurs moins valides sont disponibles dans au moins un bureau de vote sur cinq. Les bâtiments dans lesquels se situent de tels isolements doivent être d'accès aisé et ils doivent disposer de places de parking appropriées.

En outre, les électeurs seront formés à l'utilisation de l'interface pour le vote et à toutes les étapes nécessaires pour participer au vote. Ceci implique les points suivants :

- Les électeurs se verront offrir la possibilité de s'exercer sur tout nouveau système de vote électronique (Recommandation 22). Les démonstrations mises en ligne sur l'Internet pour les élections précédentes⁴⁷ donnent aux électeurs l'occasion de découvrir le fonctionnement du système avant le jour des élections.
- Des modalités d'aide et d'assistance concernant les procédures de vote seront établies et mises à la disposition des électeurs par des moyens de communication différents et généralement accessibles (Recommandation 46). En plus des démonstrations en ligne, un manuel est mis à disposition dans l'isoloir.

L'enquête réalisée en mai 2003 par l'Université Libre de Bruxelles⁴⁸ a montré que les

⁴⁵ Conseil d'État, n°93.710, 2 mars 2001

⁴⁶ Loi du 19 février 2003 modifiant les lois électorales en ce qui concerne l'indication des partis politiques au-dessus des listes de candidats sur les bulletins de vote pour les élections des Chambres législatives fédérales, du Conseil régional wallon, du Conseil flamand, du Conseil de la Région de Bruxelles-Capitale et du Conseil de la Communauté germanophone, *M.B. n°97, 21 mars 2003*.

⁴⁷ Voir, par exemple, pour les élections municipales d'octobre 2006 : <http://www.bruxelselections2006.irisnet.be/fr/Content/6/app.rvb>, (dernier accès: 31 août 2007).

⁴⁸ Voir le rapport "Etude des systèmes de vote électronique. Partie I" produit par ce Consortium, 15 avril 2007, pp. 55-58.

électeurs belges, dans leur majorité, considèrent que le système de vote électronique actuellement en usage est facile à utiliser.

10.2.2 Suffrage équitable

Le suffrage équitable (ou égal) signifie que chaque électeur dispose du même nombre de voix que les autres.⁴⁹ Chaque électeur est donc traité de la même façon : aucune différence de traitement n'est tolérée. Ce principe implique que chaque électeur dispose d'une seule voix. Des mesures de précaution sont donc nécessaires pour qu'aucun électeur ne puisse voter plusieurs fois (votes multiples) et pour qu'aucun vote ne soit comptabilisé plus d'une fois. Ceci implique également que, lorsque plusieurs canaux de vote sont disponibles, tous les électeurs sont traités sur pied d'égalité et reçoivent les mêmes possibilités de vote.

Du point de vue des procédures, le suffrage équitable est assuré (1) par une procédure d'identification rigoureuse (l'identité de l'électeur et sa qualité d'électeur sont vérifiés avant de l'autoriser à voter) et (2) par la procédure de tabulation (avec une possibilité de recomptage en cas de contestation des résultats).

Trois éléments doivent donc être pris en compte en mettant en œuvre un système de vote électronique en vue de respecter de principe :

- La procédure d'identification doit empêcher les votes multiples; ceci est particulièrement important pour le vote en kiosque ou par Internet.
- Le système doit garantir que tous les votes seront tabulés une et une seule fois.
- Des mesures techniques doivent faire en sorte que la tabulation des votes se fait correctement.

Lorsque plusieurs canaux de vote sont disponibles, tous les électeurs doivent être traités sur pied d'égalité.

10.2.2.1 Procédure d'identification

L'article 61 de la Constitution belge stipule que chaque électeur n'a droit qu'à un vote. Ceci implique que chaque électeur ne peut déposer qu'un seul bulletin de vote dans l'urne : un électeur ne sera autorisé à voter que s'il a été déterminé qu'il n'a pas déjà déposé de bulletin dans l'urne.

Pour satisfaire cette exigence, on utilise une procédure rigoureuse d'authentification qui s'appuie sur le registre des électeurs constitué par la commune et sur la convocation qui indique que l'individu est un électeur dûment reconnu. Une fois le bulletin déposé dans l'urne, la convocation est estampillée pour indiquer que le vote a été émis et pour empêcher un vote multiple.⁵⁰

10.2.2.2 Chaque vote doit être compté exactement une fois

Le suffrage équitable implique également que chaque vote déposé dans l'urne soit compté une et une seule fois. Un système de vote électronique doit donc enregistrer les votes émis de manière correcte : il lui faut présenter un bulletin de vote authentique donc le contenu sera ensuite enregistré par le système. Un système de

⁴⁹ Conseil de l'Europe, Recommandation Rec(2004)11, "Exposé des motifs", 30 Septembre 2004, p. 25

⁵⁰ Instructions du 21 mars 2007 adressées aux présidents des bureaux de vote utilisant le vote automatisé, p.18,
http://www.ibz.rn.fgov.be/fileadmin/user_upload/Elections/fr/forms/tech/instructions_vote_automatise_2007.pdf

vote électronique doit également empêcher toute modification ou suppression de votes émis par les électeurs et il doit déterminer les résultats uniquement sur base des votes émis valablement.

Afin de garantir que le comptage des voix s'effectue correctement, les ordinateurs de vote, leurs logiciels et leurs fichiers de configuration, ainsi que les ordinateurs et les logiciels utilisés pour lire, déchiffrer et totaliser les votes doivent être certifiés par le SPF Intérieur ; ceci doit garantir la fiabilité du système et la confiance que l'on peut avoir en lui, de même que le secret du vote (Art. 2 §2 LOVA). Le système de vote électronique doit être conforme aux exigences déterminées par Arrêté royal.

10.2.2.3 Coexistence de différents canaux de vote

Lorsque différents canaux de vote (traditionnels et électroniques) sont utilisés dans un même scrutin, il faut disposer d'une méthode sûre et fiable pour totaliser les votes en provenance de ces différents canaux et pour déterminer le résultat correct.

L'article 180 *septies* de la loi électorale détermine la procédure à suivre lorsque le vote postal émis par des citoyens belges résidant à l'étranger est reçu dans un bureau de vote automatisé. Il est prévu que ces bulletins soient répartis entre les bureaux de dépouillement du canton. Lorsque tous les bureaux de vote d'un canton sont automatisés, les bulletins sont répartis dans les bureaux de dépouillement d'un autre canton de l'arrondissement ou de la province. Si toute la province est automatisée, les bulletins sont envoyés dans des provinces dans lesquelles le vote n'est pas automatisé. Dans les autres cas, le comptage doit être effectué manuellement conformément aux règles de la loi électorale.

10.2.3 Suffrage libre

Le suffrage libre signifie que l'électeur a le droit de former et d'exprimer librement son opinion, sans être soumis à une contrainte ou à une influence excessive.⁵¹

Les mesures prises habituellement pour rencontrer cette exigence consistent à isoler l'électeur au moment où il émet son vote et, de cette manière, préserver le secret de ce vote. En étant seul dans l'isoloir, l'électeur peut exprimer ses choix en toute liberté. Ce principe n'est cependant pas absolu : l'électeur peut exercer son droit de vote par procuration et par vote postal. Dans le premier cas, l'électeur confie le soin de voter en son nom à une personne de confiance. Dans le vote postal, le vote est émis soit au domicile, soit dans un bureau de poste, donc dans un lieu non isolé (comme un isoloir).

Le système de vote électronique actuellement en usage en Belgique fonctionne dans un environnement surveillé (par les membres du bureau de vote) et dans des isoloirs : on utilise donc les mesures habituelles, même si le vote par procuration est admis. Le seul cas prévu pour le vote postal est celui des citoyens belges domiciliés à l'étranger.

10.2.3.1 Libre formation de l'opinion de l'électeur

La libre formation et la libre expression de l'opinion de l'électeur est un processus interne qui est garanti à l'heure actuelle par l'utilisation de l'isoloir pour empêcher tout facteur externe d'influencer le vote. La menace la plus courante est le "vote familial", dans lequel un membre d'une famille a suffisamment d'ascendant sur les autres pour influencer leurs votes.

⁵¹ Conseil de l'Europe, Recommandation Rec(2004)11, "Exposé des motifs", 30 Septembre 2004, p. 25

Un autre aspect à prendre en compte dans le vote électronique est la possibilité d'émettre des sons, d'afficher des images ou de produire d'autres effets de cette nature lors du vote. Le CdE interdit formellement ce type de pratiques. Dans le système de vote électronique actuellement en usage en Belgique, l'interface de vote ne contient aucune autre information que les listes de partis et de candidats, ce qui assure la libre formation de l'opinion de l'électeur.

Enfin, le système de vote électronique ne doit pas divulguer le nombre de voix apportées à quelque option de scrutin que ce soit avant la fermeture de l'urne électronique et ce type d'information ne peut être rendu public avant la fin de la période consacrée au vote. Dans le système de vote électronique actuellement en usage en Belgique, deux éléments apportent des garanties sur ces points : en premier lieu, les machines à voter n'enregistrent aucun vote et elles ne sauraient donc fournir d'informations sur des votes émis jusqu'à présent ; en second lieu, les résultats déterminés par une urne électronique ne sont disponibles qu'au niveau du canton (article 151 de la loi électorale) afin d'empêcher toute identification des votes émis et des électeurs.

10.2.3.2 Libre expression de l'opinion de l'électeur

Le système de vote électronique doit décourager un vote précipité ou non réfléchi (pour lequel le temps de réflexion est trop faible). Les électeurs doivent pouvoir modifier leurs choix à tout moment pendant la procédure de vote (avant la confirmation finale) et même pouvoir interrompre cette procédure sans que les choix effectués jusqu'à ce moment ne soient enregistrés ou communiqués à des tiers. Dans le système de vote électronique actuellement en usage en Belgique, la confirmation demandée avant que le vote ne soit enregistré sur la carte à piste magnétique garantit la libre expression des opinions de l'électeur (article 7 §4 LOVA). Ce système permet également à l'électeur de modifier son vote avant la confirmation finale.

Le fait que les votes soient enregistrés sur une carte à piste magnétique et non pas dans la machine à voter apporte la garantie que seul l'électeur peut éventuellement avoir accès à son propre vote. De plus, ce vote ne pourrait pas être modifié à l'insu de l'électeur entre le moment où il est enregistré sur la piste magnétique et celui où la carte est introduite dans l'urne électronique.

Enfin, la possibilité d'émettre un vote blanc existe bel et bien, puisque le système de vote électronique ne permet plus d'émettre des votes non valides. Notons à ce propos que les recommandations du CdE laissent aux Etats membres l'option de permettre l'émission de votes non valides.⁵²

10.2.4 Vote secret

Le vote secret signifie que l'électeur a le droit de voter dans le secret, à titre individuel, et que l'Etat a le devoir de protéger ce droit.⁵³ Ceci est un point clé dans tout système de vote électronique. Le secret doit s'appliquer à la procédure toute entière :

- *En période préélectorale*, l'identification de l'électeur doit être indépendante du reste de la procédure. L'identification traditionnelle sert à vérifier que la personne qui se présente est bien un électeur reconnu comme tel et à contrôler

⁵² Conseil de l'Europe, Recommandation Rec(2004)11, "Exposé des motifs", 30 Septembre 2004

⁵³ Conseil de l'Europe, Recommandation Rec(2004)11, "Exposé des motifs", 30 Septembre 2004, p. 25

que chaque électeur ne vote qu'une seule fois. L'identification est entièrement séparée du vote lui-même. Les procédures d'authentification électronique doivent offrir le même niveau de garantie à ce sujet.

- *Pendant le vote*, il est interdit de marquer le bulletin d'une manière qui permettrait d'identifier l'électeur : le faire entraîne l'annulation du vote au moment du dépouillement (comptage). Malgré le fait que le vote électronique ne permet pas d'émettre un vote non valide, le président doit – dans le système de vote électronique actuellement en usage en Belgique – vérifier que la carte à piste magnétique ne comporte aucune marque non autorisée. De toutes manières, le système doit garantir qu'il n'y a pas moyen d'établir de lien entre un électeur et un vote émis.
- Enfin, le secret est nécessaire *pendant l'enregistrement et la transmission du vote et pendant la totalisation* (ou le recomptage). Les votes et les identités des électeurs doivent être totalement dissociés pendant le vote et après qu'il ait été émis. Le système de vote traditionnel à bulletins en papier garantit, par sa nature, l'anonymat du vote. Dans les systèmes de vote électroniques, des mesures techniques sont nécessaires pour garantir la séparation stricte de la procédure d'identification de l'enregistrement des votes émis.

10.2.4.1 Période pré-électorale

En période préélectorale, la procédure actuelle d'identification s'appuie sur le contrôle de la carte d'identité et de la convocation de l'électeur. Une fois ce processus clôturé, l'électeur peut entrer dans l'isoloir afin d'émettre son vote. L'identification et le vote sont donc effectivement séparés.

Le système de vote électronique actuellement en usage en Belgique utilise la même procédure, ce qui maintient la séparation physique. Si une authentification électronique venait à être utilisée (par exemple : par la carte d'identité électronique belge), il faudrait prendre les mesures techniques qui s'imposent pour préserver cette séparation.

10.2.4.2 Pendant la période du scrutin

Les précautions mises en œuvre en Belgique pour garantir le secret du vote pendant la période du scrutin s'appuient sur celles prises pour le vote traditionnel sur bulletins en papier : l'identification de l'électeur se fait en face-à-face et le vote est émis dans un isoloir, ce qui maintient une séparation physique totale qui peut aisément être vérifiée par le personnel du bureau de vote.

D'autre part, le système est conçu pour garantir l'anonymat de l'électeur de la manière suivante : le vote est enregistré sur la piste magnétique d'une carte sans qu'il soit possible d'établir un lien avec l'électeur ; le vote n'est pas enregistré dans l'ordinateur de vote (même s'il l'était, l'identification n'est pas automatisée et elle est entièrement séparée du vote, ce qui rend l'établissement d'un lien entre un électeur et son vote extrêmement difficile) et, finalement, toutes les cartes à piste magnétique sont introduites dans l'urne, dans laquelle elles se mélangent.

L'électeur ne doit pas pouvoir imprimer son vote ni sortir de l'isoloir avec un document faisant état de son vote.

10.2.4.3 Pendant la période postélectorale: comptage et vérification

Pendant la période postélectorale, avant la totalisation des votes, ceux-ci doivent être conservés de manière à garantir l'anonymat et le secret du vote (Recommandation n°17). Dans le système traditionnel à bulletins en papier, les votes sont conservés dans des urnes scellées, ce qui garantit le secret.

Lorsque l'on utilise un système de vote électronique, la conservation des bulletins électroniques en dehors d'environnements surveillés doit se faire soit en forme chiffrée de manière à en empêcher l'accès à toute personne non autorisée.

Ainsi que mentionné ci-dessus, il est impossible d'établir un lien entre l'identité de l'électeur et son bulletin de vote : l'identification se fait par un processus face à face et l'ordinateur de vote ne démarre le processus de vote qu'après détection d'une carte de vote à piste magnétique complètement anonyme. Une fois la carte introduite dans l'urne électronique, le vote devient totalement anonyme (hormis les empreintes digitales) sans qu'il y ait le moindre danger de rompre cet anonymat pendant la totalisation des votes ou pendant les opérations de vérification.

10.2.5 Garanties de procédure

Les garanties de procédure permettent de s'assurer que tous les principes du vote démocratique sont appliqués et préservés dans le contexte du vote électronique. Elles conditionnent la confiance des électeurs dans le système et, par conséquent, la légitimité du scrutin.

Trois principes majeurs garantissent que la procédure de vote électronique est conforme avec les principes du vote démocratique :

- La procédure doit être transparente, c'est-à-dire qu'elle doit être connue et comprise par les citoyens (Recommandations 20, 21). Actuellement, ceci est obtenu par la présence des représentants des partis politiques et par celle d'autres témoins pendant le dépouillement et la totalisation des votes.
- La procédure doit être fiable et sûre (Recommandation 28), ce qui signifie que toutes les mesures nécessaires sont prises pour garantir que le scrutin se déroule conformément aux règles en vigueur.
- La procédure doit être vérifiable et auditable. En cas de contestation des résultats, il faut pouvoir vérifier le processus de totalisation et, si des anomalies sont constatées, il faut pouvoir recompter les votes. Dans un système traditionnel à bulletins en papier, le recomptage se fait très aisément.

Les systèmes de vote électroniques font apparaître un certain nombre de questions en ce qui concerne les garanties de procédure. Ces questions doivent être traitées de manière à obtenir le même niveau de transparence, de fiabilité, de vérifiabilité et d'auditabilité que dans les systèmes de vote traditionnels à bulletins en papier. Ceci implique que les procédures doivent être adaptées aux spécificités des systèmes de vote électroniques afin de générer la confiance du public.

10.2.5.1 Transparence

La transparence implique que le système de vote doit être connu et compris par les citoyens (Recommandation 20) : ceci procure la confiance dans le système de vote. Il s'agit d'un point pour lequel les systèmes de vote électroniques ont souvent une certaine faiblesse car, contrairement au vote traditionnel sur bulletins en papier, les systèmes électroniques ne permettent pas un contrôle oculaire de l'exécution correcte

du processus complet. Il faut donc mettre en place d'autres mécanismes de contrôle, souvent avec intervention d'experts ayant suffisamment de connaissances pour évaluer la fiabilité du système et son bon fonctionnement.

Confiance des électeurs

Afin d'améliorer la compréhension du système de vote électronique actuellement en usage en Belgique par les électeurs, une démonstration virtuelle de la procédure à suivre a été réalisée et mise en ligne.²⁹ Ceci permet aux électeurs suffisamment familiers avec les technologies de l'information de s'entraîner avant le jour du vote. Notons cependant qu'une partie importante de la population, qui n'a pas accès à l'Internet, ne sera pas en mesure de s'entraîner de cette façon. Plusieurs communes ont donc mis en place des lieux d'entraînement alternatifs.

Une compréhension complète du système est une condition nécessaire pour emporter la confiance des citoyens, mais elle n'est pas toujours suffisante. Comme indiqué dans le rapport de la première partie de l'étude, la compréhension ne fait guère problème, mais certaines organisations ont exprimé un manque de confiance dans le système actuellement en usage en Belgique. Elles affirment qu'il n'est guère possible d'être certain que chaque vote est effectivement pris en compte lors de la totalisation, ni que les votes pris en compte sont bien ceux émis par les électeurs.

Ces organisations ne font donc pas confiance au système de vote électronique et exigent des garanties supplémentaires pour vérifier que les votes émis sont effectivement pris en compte. Le système de vote électronique actuellement en usage en Belgique ne suscite donc pas une confiance totale auprès des citoyens. Il faut cependant nuancer ce point de vue à la lumière de l'étude effectuée par le *Centre d'étude de la vie politique* de l'*Université Libre de Bruxelles* à la sortie des bureaux de vote le 18 mai 2003 : dans cette étude, 88,88% des électeurs sondés ont affirmé faire confiance au système de vote électronique. Il semble que le manque de confiance apparaisse surtout parmi les personnes ayant un niveau d'éducation plus élevé et les personnes plus âgées. Une conclusion de ce rapport a été que 'le vote automatisé ne suscite que peu de réactions négatives en ce qui concerne la convivialité, l'acceptation sociale et la confiance'.⁵⁴ Des études scientifiques supplémentaires seront peut-être nécessaires pour mieux jauger le niveau de confiance dans le système de vote électronique en usage.

La solution préconisée par ces organisations consiste à ajouter une trace papier au système de vote, de façon à permettre un recomptage manuel en cas de besoin et, de la sorte, augmenter la confiance dans le système.

Notons enfin que le CdE recommande une introduction graduelle des systèmes de vote électroniques pour habituer les électeurs aux nouveaux systèmes et aux changements qu'ils impliquent afin d'augmenter le niveau de confiance.⁵⁵

Contrôle du logiciel

En vue d'augmenter la transparence d'un système de vote électronique, il est recommandé de publier le code source du logiciel utilisé pendant les élections.⁵⁶ C'est

⁵⁴ Voir le rapport "Etude des systèmes de vote électronique. Partie I" produit par ce Consortium, 15 avril 2007, pp.66-68.

⁵⁵ Conseil de l'Europe, Recommandation Rec(2004)11, "Exposé des motifs", 30 Septembre 2004, p. 35

⁵⁶ Conseil de l'Europe, Recommandation Rec(2004)11, "Exposé des motifs", 30 Septembre 2004, p. 62

ce qui se fait actuellement en Belgique, mais de manière limitée puisque la publication n'a lieu qu'après le scrutin et après que le Collège d'Experts ait eu l'occasion de certifier que le code publié correspond bien au logiciel utilisé pendant les élections.⁵⁷

Sur ce point, le CdE recommande que des observateurs aient l'occasion d'avoir accès aux informations pertinentes au sujet du logiciel, de vérifier les mesures de sécurité pour les serveurs, d'inspecter et de tester les dispositifs, d'avoir accès à des installations de test et à l'information relative au vote à distance, d'observer l'entrée des votes électroniques dans l'urne électronique et de vérifier que ces votes sont bien comptés.

La totalisation des votes doit se faire en présence de représentants de l'autorité compétente, qui pourront participer au comptage et qui seront en mesure d'observer le processus de comptage.

Ce contrôle est effectué depuis 1998, en Belgique, par le Collège d'Experts. Ce Collège est composé d'experts désignés par la Chambre des Représentants, par le Sénat et par les assemblées régionales. En outre, chaque formation politique qui dispose d'au moins deux sièges dans une des assemblées du parlement peut désigner un spécialiste en technologies de l'information. Toutes ces personnes vérifient la fiabilité du logiciel des machines à voter, l'enregistrement correct des votes émis sur les pistes magnétiques des cartes et dans les urnes électroniques, l'enregistrement correct des votes enregistrés dans la mémoire de l'ordinateur du président du bureau de vote sur le support pour la totalisation, la lecture optique des bulletins et le système de contrôle du vote électronique par impression des bulletins.

Garanties organisationnelles

Enfin, il est recommandé que les dispositions légales relatives au vote électronique déterminent un calendrier précis de toutes les étapes du scrutin, aussi bien avant qu'après celui-ci (Recommandation n°36). La période pendant laquelle un vote électronique pourra être enregistré ne commencera pas avant la notification du scrutin. En particulier pour ce qui est du vote électronique à distance, cette période sera définie et rendue publique bien avant le début du scrutin et les électeurs seront informés dans un langage clair et simple de la manière dont le vote électronique sera organisé et de toutes les démarches qu'ils pourraient avoir à effectuer pour y participer et voter (Recommandations n°37 et 38).

Une trace sera conservée au sujet de la totalisation de votes électroniques, y compris les heures de début et de fin du comptage, ainsi que les personnes qui y ont participé.

Toutes ces exigences sont rencontrées dans le système de vote électronique actuellement en usage en Belgique. La LOVA définit chaque étape de la procédure en détail. Il est prévu que le Conseil d'Etat soit informé de tout non respect de la procédure et de son impact éventuel sur le processus électoral. Mentionnons à ce propos la décision n° 93.716 par laquelle le Conseil d'Etat a annulé les élections dans la commune de Jurbise à cause d'une irrégularité dans la procédure qui aurait pu influencer la répartition des sièges : le président d'un bureau de vote n'avait pas réussi à lire un disque et il n'avait pas suivi la procédure décrite à l'article 18 de la LOVA pour réenregistrer l'information.

⁵⁷ Voir

<http://www.ecolo.be/index.php?class=home&page=interventions/docs/interparl&fic=3134&numand=2161>

10.2.6 Vérification et responsabilité

Le Conseil de l'Europe indique que les exigences relatives à la vérification peuvent être rencontrées par un recomptage des voix effectué de différentes manières : faire un recomptage dans le système de vote électronique lui-même ; transférer l'urne électronique vers un système de comptage similaire mais distinct et refaire le comptage sur ce système ; effectuer le recomptage sur un système entièrement différent, mais capable d'opérer sur les informations du système de vote électronique ; produire, à un moment donné du processus, une trace papier des votes et utiliser ces bulletins pour le recomptage. Un recomptage n'est cependant pas nécessairement suffisant en termes de vérification : d'autres éléments doivent pouvoir être vérifiés comme, par exemple, le fait que tous les votes émis ont bien été pris en compte.

Dans le système de vote électronique actuellement en usage en Belgique, l'usage de cartes à piste magnétique permet un recomptage en cas de besoin. En outre, depuis 2003, l'électeur a la possibilité de vérifier lui-même que ce qui est enregistré sur la piste magnétique de sa carte à voter correspond effectivement au vote émis : l'électeur est donc en mesure de faire par lui-même une vérification du contenu de la carte.

Pour ce qui est de la responsabilité, il faut que les composants du système de vote électronique soient divulgués, au moins aux autorités qui ont la charge des élections, de façon à permettre leur vérification et leur certification (homologation). Ceci doit se faire avant la mise en œuvre d'un tel système et périodiquement après celle-ci. Un organisme indépendant doit vérifier que le système de vote électronique fonctionne correctement et que toutes les mesures de sécurité ont bien été prises (Recommandations n° 24 et 25).

Pour permettre une vérification complète du système, le CdE recommande qu'il soit possible d'observer les différentes étapes d'un scrutin dans la mesure de ce qui est autorisé par la loi. Un dispositif d'audit complet sera incorporé dans le système de vote électronique afin de fournir des informations quant à son fonctionnement (Recommandations n° 59, 100, 101, 102, 103, 104, 107, 108). L'information d'audit enregistrée inclura au moins les éléments suivants :²⁶

- le nombre de votes émis;
- l'information sur la tabulation (y compris les personnes impliquées et ce qui est nécessaire pour reproduire les résultats obtenus) ;
- toute activité suspecte qui pourrait indiquer une attaque contre le système de vote (y compris avec une indication des votes affectés, si possible) ;
- les pannes et autres dysfonctionnements du système ;
- les journaux des accès autorisés au système (y compris les identités des personnes et les activités effectuées) (Recommandations n° 57 et 58).

Enfin, des observateurs seront formés pour comprendre le fonctionnement attendu du système de vote de manière à leur permettre de formuler un jugement motivé sur la fiabilité des résultats du scrutin.

Ainsi que mentionné plus haut, dans le système de vote électronique en usage actuellement en Belgique, l'audit est effectué par le Collège d'Experts. L'article 5 de la LOVA accorde aux membres de ce Collège l'accès à toutes les fonctions de vérification et ce, depuis 40 jours avant le scrutin jusqu'à 15 jours après celui-ci, date à laquelle ils doivent déposer leur rapport sur la conformité du scrutin avec les procédures prévues par la loi. Ils vérifient donc, avant chaque élection, que le système de vote électronique est authentique et qu'il fonctionne correctement.

10.2.7 Fiabilité et sécurité

La fiabilité et la sécurité des machines à voter est cruciale pour la légitimité du scrutin. Nous n'examinerons pas ici la fiabilité et la sécurité des machines à voter en usage actuellement en Belgique, car ce n'est pas le but de cette section du rapport. Nous passerons néanmoins en revue les recommandations principales du CdE à ce sujet.

Le CdE recommande que toutes les mesures possibles soient prises afin d'éviter tout fraude ou intervention non autorisée affectant le système pendant l'entièreté du processus de vote (Recommandation n°29). Dans ce sens, seules des personnes dûment autorisées par les autorités qui ont la charge des élections peuvent avoir accès à l'infrastructure centrale, aux serveurs et aux données, mais ces autorisations doivent être gouvernées par des règles précises. Les activités techniques de nature critique doivent être effectuées par des équipes comportant au moins deux personnes ; la composition de ces équipes doit être modifiée périodiquement ; dans la mesure du possible, ces activités doivent être effectuées en dehors des périodes d'élections (Recommandation n°32).

Lorsqu'une urne électronique est ouverte, toute intervention affectant le système sera effectuée par une équipe comportant au moins deux personnes ; elle donnera lieu à un compte rendu, elle sera contrôlée par des représentants de l'autorité qui a la charge des élections et par des observateurs (Recommandation n° 33).

Afin de respecter ces exigences, il sera nécessaire de mettre en œuvre les meilleures pratiques du génie logiciel, en particulier les suivantes :²⁶

- Une analyse complète des risques devra être réalisée avant toute décision d'introduire le vote électronique en général et tout système particulier.
- Le système de gestion des modifications sera ouvert et transparent ; en particulier :
 - Tous les composants du système seront soumis au contrôle des versions (Recommandation n° 69b).
 - Il sera possible de déterminer sans faille si un composant donné est bien dans sa version vérifiée et certifiée.
 - Toutes les mises à jour de logiciel seront dûment justifiées avant installation, y compris celles pour le logiciel acquis auprès de tierces parties.
 - Un système de traçage de bogues sera mis en œuvre.
- L'adhésion aux normes ouvertes est recommandée chaque fois que cela est pertinent (Recommandation n° 66).

Un organisme indépendant et compétent en la matière (autorité de certification) sera chargé d'évaluer et de certifier (homologuer) tout élément informatique et de vérifier sa conformité aux exigences techniques décrites dans les recommandations du CdE (Recommandation n°111). En Belgique, à l'heure actuelle, plusieurs sociétés d'audit indépendantes ont été désignées par le SPF Intérieur pour effectuer la certification. En cas d'anomalie pouvant affecter l'intégrité des votes, un rapport fera état des votes ainsi affectés.

11 Exigences générales pour les systèmes de vote électronique

Cette section du rapport décrit un certain nombre d'exigences générales que doivent satisfaire tous les systèmes de vote électroniques pris en compte. Quatre domaines sont traités : le matériel, le logiciel, les communications et enfin l'organisation et les procédures.

Ces exigences complètent les indications qui figurent dans Recommandations du Conseil de l'Europe sur les normes légales, opérationnelles et techniques qui s'appliquent aux systèmes de vote électronique Rec(2004)11, dont il est supposé qu'elles seront respectées dans tout système de vote électronique qui serait mis en œuvre en Belgique.

11.1 Exigences globales

Les spécifications des systèmes de vote électronique doivent être rédigées de manière claire et indépendante des technologies envisagées, en distinguant :

- les spécifications fonctionnelles: quelles fonctions doivent être fournies par le système ;
- les spécifications non fonctionnelles: accessibilité pour différentes catégories de personnes (personnes âgées, personnes handicapées, etc.), exigences en matière de sécurité, exigences temporelles, exigences de sûreté, etc.

Les spécifications des composants (physiques, logiciels, organisationnels) doivent être dérivées des spécifications du système de manière démontrable.

11.2 Matériel

Tous les ordinateurs utilisés dans les différentes phases du processus d'élection (avant, pendant et après le scrutin) doivent satisfaire les exigences suivantes de manière vérifiable :

- Le matériel sera standardisé de manière à assurer un remplacement rapide et aisé en cas de panne.
- Tous les dispositifs qui ne sont pas nécessaires pour le processus de vote seront soit rendus physiquement inopérants, soit extraits des ordinateurs ; ceci inclut les dispositifs de communication. Il sera possible de vérifier cette exigence à l'installation et pendant le fonctionnement.
- Aucun programme exécutable ne sera exécuté à partir d'un support amovible (tel qu'une mémoire flash).
- Des sceaux seront apposés pour détecter tout essai d'intrusion et le signaler aux vérificateurs.

11.3 Logiciel

Tout logiciel utilisé dans le processus électoral (que ce soit dans l'isoloir, dans le bureau de vote, dans un centre de totalisation), qu'il soit réalisé spécifiquement pour les besoins du vote ou qu'il ait été acquis tel quel, satisfera de manière vérifiable les exigences qui s'appliquent à tout logiciel fiable, robuste, vérifiable et maintenable et, en particulier, les exigences suivantes :

11.3.1 Paramétrisation

- Tout logiciel utilisé dans le processus électoral sera paramétrisé à l'aide de données : le logiciel lui-même sera totalement indépendant d'un scrutin spécifique. Les données de paramétrisation seront exprimées dans un formalisme (langage) facile à comprendre par les officiels en charge des élections.
- Les données de paramétrisation qui auront été préparées pendant les phases précédant les élections seront certifiées, signées et protégées de manière à prévenir toute modification non autorisée et de manière à permettre la vérification de leur intégrité avant et après leur usage.

11.3.2 Spécifications

- Tous les logiciels et tous les composants logiciels (modules) seront spécifiés de manière précise et complète par le biais de méthodes, de langages et d'outils appropriés et effectifs avant leur implémentation. Les soumissionnaires seront invités à indiquer les méthodes, langages et outils de spécification qu'ils comptent utiliser. Les spécifications seront publiées et le public sera invité à fournir des réactions en vue de les améliorer.
- Les besoins en matière de test et d'audit feront partie intégrante des spécifications ; ils ne seront pas ajoutés en cours de route.
- Les spécifications doivent tenir compte des aspects de sécurité : une analyse de vulnérabilité doit être effectuée ; une politique de sécurité doit être définie afin de rencontrer les exigences en matière de sécurité. La sécurité doit faire partie des spécifications afin de réduire les vulnérabilités.
- Les spécifications seront exploitées afin de construire des jeux de test avant l'implémentation des modules. Les jeux de test seront validés par rapport aux spécifications par des équipes non impliquées dans l'implémentation. Il devra être possible de tester chaque module de manière indépendante du reste du logiciel.

11.3.3 Implémentation

- Les soumissionnaires fourniront une documentation sur le processus de développement de logiciel qu'ils comptent appliquer, en incluant les mesures prises pour l'assurance et le contrôle de la qualité.
- Les implémentations seront réalisées dans des langages de programmation connus et stables et s'appuieront sur des approches susceptibles d'améliorer la robustesse et la fiabilité du logiciel (par exemple : programmation modulaire, programmation défensive, vérification des assertions lors de l'exécution, etc.).
- Les conventions utilisées pour nommer les modules, les procédures, les variables et les autres entités principales seront documentées et respectées ; ces conventions ont pour but de faciliter la lecture et la compréhension du logiciel utilisé pour les élections.
- Le logiciel n'utilisera aucune technique de modification de code à l'exécution : les instructions ne seront jamais modifiées en cours d'exécution. Un soin particulier sera apporté afin d'empêcher toute modification accidentelle ou délibérée du code pendant l'exécution (par exemple : usage incorrect de

pointeurs, dépassements de capacité de mémoires tampon ou de chaînes de caractères, etc.).

- Les implémenteurs fourniront suffisamment d'éléments probants pour démontrer que les implémentations satisfont les spécifications. Les preuves formelles sont une technique qui permet de rencontrer cet objectif, en particulier pour les parties délicates du logiciel – relativement peu complexe – utilisé pour les élections.
- Chaque version de chaque composant logiciel sera identifiée par un numéro de version. Les versions à utiliser pendant un scrutin devront être identifiées de manière non ambiguë ; elles devront être approuvées et signées par une personne disposant du niveau requis d'autorité pour le faire. Les signatures devront être non forgeables (ou, tout au moins, extrêmement difficiles à forger).
- Chaque composant du logiciel destiné aux élections sera accompagné d'une documentation détaillée, standardisée et uniforme, préparée conformément aux normes en usage. Le code sera muni de commentaires adéquats. La documentation sera vérifiée par des auditeurs externes dûment accrédités.

11.3.4 Certification

- Chaque composant du logiciel destiné aux élections sera vérifié par des auditeurs externes dûment accrédités ; ces derniers certifieront la conformité du logiciel avec les spécifications sur base des éléments de preuve apportés par les implémenteurs.
- Avant exécution et à n'importe quel moment durant l'exécution, il sera possible de vérifier qu'un composant logiciel utilisé dans le processus des élections est bien celui qui a été approuvé et signé.

11.3.5 Systèmes d'exploitation

- Les systèmes d'exploitation utilisés dans les ordinateurs qui traitent les votes individuels jusqu'au niveau des premiers centres de totalisation (compris) seront stabilisés et certifiés avant les élections.
- Tout le logiciel destiné aux élections sera validé avec les versions stabilisées et certifiées des systèmes d'exploitation qui seront utilisées.
- Avant le scrutin et à n'importe quel moment durant celui-ci et avant la clôture des opérations relatives aux élections, il sera possible de vérifier que les versions des systèmes d'exploitation utilisés dans les différents ordinateurs sont effectivement les versions stabilisées et certifiées.
- Les systèmes d'exploitation doivent empêcher toute exécution de logiciel à partir de supports mémoire amovibles.

11.3.6 Résistance aux attaques

- Il existera une manière sûre (résistant aux attaques) d'authentifier à la fois le logiciel spécifique aux élections et les versions certifiées des systèmes d'exploitation.
- La résistance aux attaques ne dépendra pas exclusivement de mécanismes logiciels.

- La résistance aux attaques peut être assurée en gravant le logiciel spécifique aux élections, les systèmes d'exploitation et les composants dont ils ont besoin (bibliothèques, code) sur un CD-ROM. Ce CD-ROM sera inséré dans un lecteur qui sera ensuite refermé, verrouillé et scellé.

11.3.7 Enregistrements de vérification (*audit*)

- Le logiciel produira des enregistrements d'audit datés de toutes les opérations effectuées avant, pendant et après une élection, ainsi que de toutes les situations d'erreur rencontrées et de toutes les opérations effectuées pour traiter ces erreurs. Il ne sera pas possible d'interrompre l'enregistrement de ces données d'audit ni de modifier celles-ci.
- Les composants d'un système de vote électronique effectueront périodiquement des tests pour vérifier leur fonctionnement et leur intégrité ; ces tests produiront des enregistrements d'audit et, en cas de besoin, des alarmes en temps réel qui permettront une intervention rapide en cas de mauvais fonctionnement. L'état de ces composants sera affiché en temps réel.
- Les horloges seront synchronisées de façon à permettre une interprétation correcte des traces d'audit.
- Les enregistrements d'audit ne contiendront aucune information au sujet d'un vote ou au sujet de l'identité d'un électeur.
- Les enregistrements d'audit seront conservés jusqu'à la validation du scrutin ou pendant la durée prévue par la législation.
- Lorsqu'une intervention est nécessaire, les messages correspondants seront produits et affichés de manière claire et non ambiguë.

11.3.8 Divers

- L'interface utilisateur du logiciel pour les élections sera conçue par des experts en communication homme-machine. Une attention particulière sera accordée aux besoins des électeurs handicapés.
- Lorsque des votes sont enregistrés, ils le seront dans un ordre aléatoire afin de préserver l'anonymat du suffrage.
- Les efforts internationaux en matière de spécification, d'implémentation et de vérification de logiciel électoral seront pris en compte (voir, par exemple, le Projet P1583 de l'IEEE⁵⁸).

11.4 Communications

Dans les phases d'avant le scrutin, pendant le scrutin et après celui-ci, des logiciels, des données et/ou de l'information devront être transportés entre les différents composants du système de vote global. Ces communications peuvent être réalisées par transport physique ou par le biais de réseaux de télécommunications.

⁵⁸ <http://grouper.ieee.org/groups/scc38/1583/> (dernier accès : 4 octobre 2007)

11.4.1 Transport physique

Chaque fois que des logiciels, des données de paramétrisation ou de l'information relative au scrutin (votes, totaux, etc.) doivent être transportés physiquement d'un endroit à un autre, les exigences suivantes doivent être rencontrées :

- L'information sera enregistrée sur un support adéquat et protégée de manière à empêcher tout accès et toute modification non autorisés. On veillera de préférence à utiliser des supports WORM (Write Once – Read Many times).
- Les personnes chargées du transport physique ne seront pas en possession des clés permettant d'accéder au contenu ou de le modifier.
- Il sera possible de confirmer la chaîne de conservation des informations entre toutes les parties concernées par le transport d'informations sensibles.

11.4.2 Réseaux de télécommunication

Chaque fois que des logiciels, des données de paramétrisation ou de l'information relative au scrutin (votes, totaux, etc.) doivent être transportés d'un endroit à un autre par le biais d'un réseau de télécommunications, les exigences suivantes doivent être rencontrées :

- On donnera la préférence à l'utilisation de réseaux privés, dont la sécurité peut être démontrée.
- Lorsque des réseaux privés et sûrs ne sont pas disponibles, une transmission sécurisée de bout en bout sur des réseaux publics pourra être utilisée, pour autant que le niveau de sécurité obtenu soit validé par des experts en vue de garantir l'intégrité des communications.

11.5 Organisation et procédures

Dans tout système de vote électronique, de nombreuses personnes entrent en contact avec des composants matériels, des composants logiciels et des procédures qui ne leur sont pas familiers et pour lesquels ils ne disposent pas nécessairement des compétences techniques adéquates.

- Les procédures seront conçues et décrites par des experts en interactions humaines et en communication homme-machine.
- Les procédures seront décrites de manière précise, mais simple. La terminologie utilisée sera expliquée ; à chaque fois que cela sera utile, on fournira des exemples et des illustrations. Des vérifications indépendantes permettront de vérifier que ces exigences sont effectivement rencontrées.
- Une formation adéquate sera organisée suffisamment longtemps avant les élections. Les techniques de formation en ligne pourront être utilisées dans les cas où elles conviennent en vue de réduire les coûts et les nuisances. L'efficacité des formations sera mesurée par le biais de tests aléatoires.
- On fournira aux officiels en charge des élections des tests permettant de vérifier l'intégrité du matériel, du logiciel, des données de paramétrisation et des réseaux de communications (si nécessaire), ainsi que les procédures qui définissent leur utilisation. Pour les systèmes de totalisation, les tests permettront de vérifier que les compteurs sont bien à zéro avant le début du comptage.

- Tout ce qui a trait à la confidentialité et à la sécurité (par exemple : les clés) sera traité avec une attention et un soin particulier à tous les niveaux. Seules des personnes dûment autorisées pourront manipuler ce type d'information, après avoir été informées de la nécessité d'en protéger l'intégrité et le secret.
- Le déchiffrement d'informations chiffrées se fera exclusivement en utilisant plusieurs clés partielles fournies par différents officiels dûment certifiés.
- Des mesures de secours seront prévues afin de traiter les différents types de pannes pouvant survenir ; des équipements de remplacement seront disponibles ; des procédures décriront avec précision ce qu'il convient de faire dans chaque cas.
- Les données sensibles seront conservées (sous forme chiffrée et signée) sur des supports multiples afin de se prémunir contre leur perte en cas de panne d'équipement ou de transmission.
- Le fonctionnement de bout en bout du système de vote électronique sera testé avec des utilisateurs représentatifs afin de vérifier son fonctionnement et son efficacité.
- La nécessité de permettre un audit du scrutin ne pourra en aucun cas compromettre l'anonymat du vote.

12 Annexe : bulletins de vote avec polices de caractères de tailles différentes

Les figures suivantes illustrent le nombre de candidates pouvant être imprimés sur un bulletin de vote tels que ceux envisagés dans le système proposé. Le nombre de colonnes, le nombre de lignes par colonne, la mise en page et la taille de la police de caractères utilisée sont des paramètres ajustables.

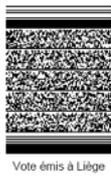


Élection Sénat Parti préféré	Élection Chambre Parti préféré	Élection Europe Parti préféré	Élection Province Parti préféré	Élection Région Parti préféré	Élection Locale Parti préféré
1. Premier Nom	17. Premier Nom	33. Premier Nom	49. Premier Nom	65. Premier Nom	81. Premier Nom
2. Deuxième Nom	18. Deuxième Nom	34. Deuxième Nom	50. Deuxième Nom	66. Deuxième Nom	82. Deuxième Nom
3. Troisième Nom	19. Troisième Nom	35. Troisième Nom	51. Troisième Nom	67. Troisième Nom	83. Troisième Nom
4. Quatrième Nom	20. Quatrième Nom	36. Quatrième Nom	52. Quatrième Nom	68. Quatrième Nom	84. Quatrième Nom
5. Cinquième Nom	21. Cinquième Nom	37. Cinquième Nom	53. Cinquième Nom	69. Cinquième Nom	85. Cinquième Nom
6. Sixième Nom	22. Sixième Nom	38. Sixième Nom	54. Sixième Nom	70. Sixième Nom	86. Sixième Nom
7. Septième Nom	23. Septième Nom	39. Septième Nom	55. Septième Nom	71. Septième Nom	87. Septième Nom
8. Huitième Nom	24. Huitième Nom	40. Huitième Nom	56. Huitième Nom	72. Huitième Nom	88. Huitième Nom
9. Neuvième Nom	25. Neuvième Nom	41. Neuvième Nom	57. Neuvième Nom	73. Neuvième Nom	89. Neuvième Nom
10. Dixième Nom	26. Dixième Nom	42. Dixième Nom	58. Dixième Nom	74. Dixième Nom	90. Dixième Nom
11. Onzième Nom	27. Onzième Nom	43. Onzième Nom	59. Onzième Nom	75. Onzième Nom	91. Onzième Nom
12. Douzième Nom	28. Douzième Nom	44. Douzième Nom	60. Douzième Nom	76. Douzième Nom	92. Douzième Nom
13. Treizième Nom	29. Treizième Nom	45. Treizième Nom	61. Treizième Nom	77. Treizième Nom	93. Treizième Nom
14. Quatorzième Nom	30. Quatorzième Nom	46. Quatorzième Nom	62. Quatorzième Nom	78. Quatorzième Nom	94. Quatorzième Nom
15. Quinzième Nom	31. Quinzième Nom	47. Quinzième Nom	63. Quinzième Nom	79. Quinzième Nom	95. Quinzième Nom
16. Seizième Nom	32. Seizième Nom	48. Seizième Nom	64. Seizième Nom	80. Seizième Nom	96. Seizième Nom

Vote émis à Liège

Vérifiez et pliez ce bulletin

Figure 27: Bulletin comportant 96 candidats, taille de police 7, 6 colonnes



Élection Sénat Parti préféré	Élection Chambre Parti préféré	Élection Europe Parti préféré	Élection Province Parti préféré	Élection Région Parti préféré	Élection Locale Parti préféré	Élection Communale Parti préféré
1. Premier Nom	21. Premier Nom	41. Premier Nom	61. Premier Nom	81. Premier Nom	101. Premier Nom	121. Premier Nom
2. Deuxième Nom	22. Deuxième Nom	42. Deuxième Nom	62. Deuxième Nom	82. Deuxième Nom	102. Deuxième Nom	122. Deuxième Nom
3. Troisième Nom	23. Troisième Nom	43. Troisième Nom	63. Troisième Nom	83. Troisième Nom	103. Troisième Nom	123. Troisième Nom
4. Quatrième Nom	24. Quatrième Nom	44. Quatrième Nom	64. Quatrième Nom	84. Quatrième Nom	104. Quatrième Nom	124. Quatrième Nom
5. Cinquième Nom	25. Cinquième Nom	45. Cinquième Nom	65. Cinquième Nom	85. Cinquième Nom	105. Cinquième Nom	125. Cinquième Nom
6. Sixième Nom	26. Sixième Nom	46. Sixième Nom	66. Sixième Nom	86. Sixième Nom	106. Sixième Nom	126. Sixième Nom
7. Septième Nom	27. Septième Nom	47. Septième Nom	67. Septième Nom	87. Septième Nom	107. Septième Nom	127. Septième Nom
8. Huitième Nom	28. Huitième Nom	48. Huitième Nom	68. Huitième Nom	88. Huitième Nom	108. Huitième Nom	128. Huitième Nom
9. Neuvième Nom	29. Neuvième Nom	49. Neuvième Nom	69. Neuvième Nom	89. Neuvième Nom	109. Neuvième Nom	129. Neuvième Nom
10. Dixième Nom	30. Dixième Nom	50. Dixième Nom	70. Dixième Nom	90. Dixième Nom	110. Dixième Nom	130. Dixième Nom
11. Onzième Nom	31. Onzième Nom	51. Onzième Nom	71. Onzième Nom	91. Onzième Nom	111. Onzième Nom	131. Onzième Nom
12. Douzième Nom	32. Douzième Nom	52. Douzième Nom	72. Douzième Nom	92. Douzième Nom	112. Douzième Nom	132. Douzième Nom
13. Treizième Nom	33. Treizième Nom	53. Treizième Nom	73. Treizième Nom	93. Treizième Nom	113. Treizième Nom	133. Treizième Nom
14. Quatorzième Nom	34. Quatorzième Nom	54. Quatorzième Nom	74. Quatorzième Nom	94. Quatorzième Nom	114. Quatorzième Nom	134. Quatorzième Nom
15. Quinzième Nom	35. Quinzième Nom	55. Quinzième Nom	75. Quinzième Nom	95. Quinzième Nom	115. Quinzième Nom	135. Quinzième Nom
16. Seizième Nom	36. Seizième Nom	56. Seizième Nom	76. Seizième Nom	96. Seizième Nom	116. Seizième Nom	136. Seizième Nom
17. Dix-septième Nom	37. Dix-septième Nom	57. Dix-septième Nom	77. Dix-septième Nom	97. Dix-septième Nom	117. Dix-septième Nom	137. Dix-septième Nom
18. Dix-huitième Nom	38. Dix-huitième Nom	58. Dix-huitième Nom	78. Dix-huitième Nom	98. Dix-huitième Nom	118. Dix-huitième Nom	138. Dix-huitième Nom
19. Dix-neuvième Nom	39. Dix-neuvième Nom	59. Dix-neuvième Nom	79. Dix-neuvième Nom	99. Dix-neuvième Nom	119. Dix-neuvième Nom	139. Dix-neuvième Nom
20. Vingt-unième Nom	40. Vingt-unième Nom	60. Vingt-unième Nom	80. Vingt-unième Nom	100. Vingt-unième Nom	120. Vingt-unième Nom	140. Vingt-unième Nom

Vote émis à Liège

Vérifiez et pliez ce bulletin

Figure 28: Bulletin comportant 140 candidats, taille de police 6, 7 colonnes



Élection Sénat Parti préféré	Élection Chambre Parti préféré	Élection Europe Parti préféré	Élection Province Parti préféré	Élection Région Parti préféré	Élection Locale Parti préféré	Élection Communale Parti préféré
1. Premier Nom	27. Premier Nom	53. Premier Nom	79. Premier Nom	105. Premier Nom	131. Premier Nom	157. Premier Nom
2. Deuxième Nom	28. Deuxième Nom	54. Deuxième Nom	80. Deuxième Nom	106. Deuxième Nom	132. Deuxième Nom	158. Deuxième Nom
3. Troisième Nom	29. Troisième Nom	55. Troisième Nom	81. Troisième Nom	107. Troisième Nom	133. Troisième Nom	159. Troisième Nom
4. Quatrième Nom	30. Quatrième Nom	56. Quatrième Nom	82. Quatrième Nom	108. Quatrième Nom	134. Quatrième Nom	160. Quatrième Nom
5. Cinquième Nom	31. Cinquième Nom	57. Cinquième Nom	83. Cinquième Nom	109. Cinquième Nom	135. Cinquième Nom	161. Cinquième Nom
6. Sixième Nom	32. Sixième Nom	58. Sixième Nom	84. Sixième Nom	110. Sixième Nom	136. Sixième Nom	162. Sixième Nom
7. Septième Nom	33. Septième Nom	59. Septième Nom	85. Septième Nom	111. Septième Nom	137. Septième Nom	163. Septième Nom
8. Huitième Nom	34. Huitième Nom	60. Huitième Nom	86. Huitième Nom	112. Huitième Nom	138. Huitième Nom	164. Huitième Nom
9. Neuvième Nom	35. Neuvième Nom	61. Neuvième Nom	87. Neuvième Nom	113. Neuvième Nom	139. Neuvième Nom	165. Neuvième Nom
10. Dixième Nom	36. Dixième Nom	62. Dixième Nom	88. Dixième Nom	114. Dixième Nom	140. Dixième Nom	166. Dixième Nom
11. Onzième Nom	37. Onzième Nom	63. Onzième Nom	89. Onzième Nom	115. Onzième Nom	141. Onzième Nom	167. Onzième Nom
12. Douzième Nom	38. Douzième Nom	64. Douzième Nom	90. Douzième Nom	116. Douzième Nom	142. Douzième Nom	168. Douzième Nom
13. Treizième Nom	39. Treizième Nom	65. Treizième Nom	91. Treizième Nom	117. Treizième Nom	143. Treizième Nom	169. Treizième Nom
14. Quatorzième Nom	40. Quatorzième Nom	66. Quatorzième Nom	92. Quatorzième Nom	118. Quatorzième Nom	144. Quatorzième Nom	170. Quatorzième Nom
15. Quinzième Nom	41. Quinzième Nom	67. Quinzième Nom	93. Quinzième Nom	119. Quinzième Nom	145. Quinzième Nom	171. Quinzième Nom
16. Seizième Nom	42. Seizième Nom	68. Seizième Nom	94. Seizième Nom	120. Seizième Nom	146. Seizième Nom	172. Seizième Nom
17. Dix-septième Nom	43. Dix-septième Nom	69. Dix-septième Nom	95. Dix-septième Nom	121. Dix-septième Nom	147. Dix-septième Nom	173. Dix-septième Nom
18. Dix-huitième Nom	44. Dix-huitième Nom	70. Dix-huitième Nom	96. Dix-huitième Nom	122. Dix-huitième Nom	148. Dix-huitième Nom	174. Dix-huitième Nom
19. Dix-neuvième Nom	45. Dix-neuvième Nom	71. Dix-neuvième Nom	97. Dix-neuvième Nom	123. Dix-neuvième Nom	149. Dix-neuvième Nom	175. Dix-neuvième Nom
20. Vingt-unième Nom	46. Vingt-unième Nom	72. Vingt-unième Nom	98. Vingt-unième Nom	124. Vingt-unième Nom	150. Vingt-unième Nom	176. Vingt-unième Nom
21. Vingt-deuxième Nom	47. Vingt-deuxième Nom	73. Vingt-deuxième Nom	99. Vingt-deuxième Nom	125. Vingt-deuxième Nom	151. Vingt-deuxième Nom	177. Vingt-deuxième Nom
22. Vingt-troisième Nom	48. Vingt-troisième Nom	74. Vingt-troisième Nom	100. Vingt-troisième Nom	126. Vingt-troisième Nom	152. Vingt-troisième Nom	178. Vingt-troisième Nom
23. Vingt-quatrième Nom	49. Vingt-quatrième Nom	75. Vingt-quatrième Nom	101. Vingt-quatrième Nom	127. Vingt-quatrième Nom	153. Vingt-quatrième Nom	179. Vingt-quatrième Nom
24. Vingt-cinquième Nom	50. Vingt-cinquième Nom	76. Vingt-cinquième Nom	102. Vingt-cinquième Nom	128. Vingt-cinquième Nom	154. Vingt-cinquième Nom	180. Vingt-cinquième Nom
25. Vingt-sixième Nom	51. Vingt-sixième Nom	77. Vingt-sixième Nom	103. Vingt-sixième Nom	129. Vingt-sixième Nom	155. Vingt-sixième Nom	181. Vingt-sixième Nom
26. Vingt-septième Nom	52. Vingt-septième Nom	78. Vingt-septième Nom	104. Vingt-septième Nom	130. Vingt-septième Nom	156. Vingt-septième Nom	182. Vingt-septième Nom

Vote émis à Liège

Vérifiez et pliez ce bulletin

Figure 29: Bulletin comportant 182 candidats, taille de police 5, 7 colonnes

13 Signatures

13.1 K.U.Leuven

Ce rapport a été lu et approuvé par :

Prof. dr. ir. Bart Preneel

Prof. dr. ir. Vincent Rijmen

Prof. dr. ir. Jan Engelen

Prof. dr. Jos Dumortier

13.2 Université catholique de Louvain

Ce rapport a été lu et approuvé par :

Prof. dr. ir. Jean-Jacques Quisquater

Prof. (em.) dr. ir. Elie Milgrom

Prof. dr. ir. Marc Lobelle

13.3 Vrije Universiteit Brussel

Ce rapport a été lu et approuvé par :

Prof. dr. Kris Deschouwer

Prof. dr. Jo Buelens

13.4 Universiteit Antwerpen

Ce rapport a été lu et approuvé par :

Prof. dr. Stefaan Walgrave

13.5 *Universiteit Gent*

Ce rapport a été lu et approuvé par :

Prof. dr. Carl Devos

13.6 Université libre de Bruxelles

Ce rapport a été lu et approuvé par :

Prof. dr. Pascal Delwit

13.7 Université de Liège

Ce rapport a été lu et approuvé par :

Prof. dr. Pierre Verjans