



AWK Group

Enabling digital performance.

Rapport

Revue de performance de l'application SyGEV suite à l'incident du 10 novembre 2019

06.11.2020, Projet n° 12.649.06.01



Table des matières

1.	Kurzfassung	4
1.1.	Hintergrund	4
1.2.	Analyse.....	4
1.3.	Empfehlungen	5
2.	Résumé.....	6
2.1.	Contexte	6
2.2.	Analyse.....	7
2.3.	Recommandations.....	8
3.	Mandat et démarche.....	9
3.1.	Contexte	9
3.2.	Mandat	9
3.3.	Démarche	9
4.	Situation	11
4.1.	Historique du projet.....	11
4.1.1.	Solution et fournisseur précédents	11
4.1.2.	Développement du SyGEV.....	11
4.1.3.	L'incident du 10 novembre 2019.....	11
4.2.	Gestion de la crise	12
4.2.1.	Communication	12
4.2.2.	Plan de gestion de crise	12
4.3.	Collaboration entre la Chancellerie de l'Etat de Fribourg, le SITel et UNISYS.....	13
4.3.1.	SITel	13
4.3.2.	Chancellerie	13
4.3.3.	UNISYS.....	13
4.3.4.	Relation entre les parties.....	14
4.4.	Solution SyGEV	14
4.4.1.	Contexte.....	14
4.4.2.	Architecture.....	15
4.4.3.	Fonctionnement	16
4.4.4.	Identification des utilisateurs et plan de secours.....	16
4.4.5.	Infrastructure	16

AWK GROUP SA

Avenue de la gare 33, CH-1003 Lausanne,
T +41 58 411 95 00, www.awk.ch

Zurich • Berne • Bâle • Lausanne



4.4.6.	Performance et charge	17
4.4.7.	Développement	17
4.4.8.	Gestion des tests	18
4.4.9.	Changements à la suite de l'incident du 10 novembre 2019	19
4.4.10.	Développement de la solution pour le canton de Neuchâtel	19
4.4.11.	Développements futurs	19
4.4.12.	Note	20
5.	Analyse.....	21
5.1.	Organisation et répartition des tâches.....	21
5.2.	Gestion de la crise et communication	21
5.3.	Support et maintenance de la part d'UNISYS	21
5.4.	Continuité, transfert de connaissance	22
5.5.	Architecture et fonctionnement de l'application	22
5.6.	Infrastructure	23
5.7.	Performance de l'application SyGEV	23
5.8.	Développement et gestion des tests	23
6.	Recommandations.....	24
6.1.	Plan de crise.....	24
6.2.	Amélioration du protocole de tests.....	24
6.3.	Développement.....	24
6.4.	Optimisation de l'architecture de l'application	25
6.5.	Optimisation de performance	25
6.6.	Suite de la collaboration.....	25

Ce rapport est confidentiel et destiné uniquement à son mandant. Il lui revient de droit, d'utiliser les résultats du travail d'AWK selon les conditions définies. Une utilisation de ce rapport en dehors des règles convenues n'est pas autorisée.



1. Kurzfassung

1.1. Hintergrund

Die SyGEV-Anwendung wird von Gemeinden, Präfekturen und dem Kanton Freiburg zur Verwaltung von Wahlen und Abstimmungen eingesetzt. Sie spielt daher eine wesentliche Rolle für das Funktionieren der Demokratie, und absolutes Vertrauen in die Daten, die das System ausgibt, ist von größter Bedeutung. Diese Anwendung wurde von der Firma UNISYS entwickelt und gemeinsam mit dem Amt für Informatik und Telekommunikation und der Staatskanzlei implementiert.

Am 10. November 2019 führte die gleichzeitige Durchführung verschiedener Abstimmungsgegenstände, darunter drei Wahlen ohne Listenvorlage, zu einer Blockade der SyGEV, wodurch sich die Veröffentlichung der Ergebnisse um mehrere Stunden verzögerte. Presseartikel und politische Interventionen liessen Zweifel an der Funktionsweise der Anwendung aufkommen. Der Grosse Rat forderte eine externe Prüfung, um die Leistungsfähigkeit des SyGEV-Systems zu ermitteln.

Dieser AWK-Bericht ist die Antwort auf diesen Auftrag auf eine Überprüfung des SyGEV-Systems zur Beurteilung seiner Gesamtleistung. AWK prüfte Dokumente und führte acht Interviews auf allen beteiligten Ebenen durch.

Der Bericht analysiert die Abfolge der Ereignisse des Vorfalls vom 10. November 2019 sowie die Architektur, Infrastruktur und Managementprozesse der SyGEV, einschließlich Entwicklung und Tests.

1.2. Analyse

Der Vorfall manifestierte sich als Blockade der Datenbank, der durch eine Datensicherungsanweisung in einem Codeelement ausgelöst wurde, in dem eine weitere Datensicherung im Gange war. Eine Datenbank akzeptiert immer nur eine einzige Schreiboperation zur gleichen Zeit und validiert sie, bevor sie die nächste Operation zulässt. Diese Anweisung wurde wahrscheinlich eingefügt, um die Leistung zu optimieren.

Die Analyse ergab, dass es sich um einen Programmierfehler handelte, der schon seit langem im Code vorhanden war. Dieser Teil des Codes war jedoch in den vorangegangenen 30 Urnengängen nie aufgerufen worden, und nur die spezielle Kombination von Wahlen erfüllte die Bedingungen für seinen Einsatz.

Das Besondere an der SyGEV-Lösung ist, dass sie nur wenige Male im Jahr, aber sehr intensiv genutzt wird. Nach der Erfahrung von mehr als 40 Abstimmungen sind die Engpässe bei der Bearbeitung bekannt. Hauptsächlich ist es bei der sehr grossen Anzahl der erzeugten Berichte und ihrer hohen Rate vor allem der *Batch-Server*, der die Verfügbarkeit der Ergebnisse einschränkt.

Jeder *Batch* ruft die Werte in der Datenbank zu Beginn seiner Arbeitsvorgänge ab und verwendet während der Berechnung keine neueren Werte, um konsistente Ergebnisse zu erhalten. Bei einer *Batch-Dauer* von 10 Minuten oder mehr in den Zeiten, in denen viele Ergebnisse in Gemeinden eingegeben werden, ist es häufig der Fall, dass die Datenbank bereits aktuellere Ergebnisse enthält als in den Berichten oder auf dem Präsentationsserver angezeigt werden. Dieses Verhalten ist richtig - es wäre sehr schwer zu verstehen, wenn ein Teil desselben Berichts aktuellere Zahlen enthielte als ein anderer Teil. Aber Fragen wie "Warum enthalten die Zahlen auf der Website noch nicht die Ergebnisse, die eine Gemeinde eingegeben hat?" entstehen dadurch manchmal.



Wir konnten keine grundlegenden Probleme in der Anwendungsarchitektur finden. Der aufgetretene Fehler ist ein Merkmal des Datenbank-Selbstschutzes, der unvollständige Daten falschen Daten vorzieht. Dies erscheint uns sinnvoll, da ein Teilergebnis durch manuelles Zählen der nicht eingegebenen Bündel ergänzt werden kann.

Das Nadelöhr bleibt der *Batch-Server*, der alle Berechnungen verwaltet und die Dokumente erzeugt. Eine Parallelisierung dieser Berechnungen auf mehreren Servern ist eine architektonische Option. So wäre es z.B. möglich, die Erzeugung von Dokumenten von der Berechnung der Ergebnisse zu trennen. Die Berichtserstellung könnte auch auf einen dedizierten Server verlagert werden. Tatsächlich dauert es bei einigen Dokumenten mehrere Minuten, bis sie erstellt sind.

Die Infrastruktur ist großzügig bemessen und auf Wahlen ausgerichtet. Wir können bestätigen, dass UNISYS eine moderne Infrastruktur mit anerkannten Lieferanten aufgebaut hat. Dies spiegelt die Bedeutung von Wahlen für das Funktionieren der Demokratie wider.

Der Batch-Server ist das Herz der Anwendung, und die Performance der Anwendung hängt hauptsächlich von ihm ab. Die Aufrüstung der Server-Hardware ist immer ein möglicher Weg zur Verbesserung, aber die verwendete Ausrüstung ist bereits leistungsfähig.

Zusätzlich zu den vorgestellten Optionen scheint es einfacher zu sein, die Belastung durch eine Senkung der Updatefrequenz oder die Streichung selten angeforderter Berichte zu verringern. Der Kanton Neuenburg verwendet auf SyGEV eine niedrigere Frequenz, ebenso wie andere Kantone, die konkurrierende Produkte verwenden. Im Fall des Kantons Neuenburg hat die Reduzierung der Anzahl der generierten Dokumente die Leistung drastisch verbessert.

Seit 2019 ist auch der Kanton Neuenburg Kunde von UNISYS und nutzt das SyGEV-System für seine eigenen Wahlen. Das Einsatzmodell unterscheidet sich insofern völlig vom Kanton Freiburg, als das Hosting in Neuenburg erfolgt.

Es handelt sich um die gleiche Anwendung, aber die Ausgabe der Ergebnisse, die Listenverwaltung und die statistischen Berechnungen sind kantonspezifisch. Darüber hinaus setzt der Kanton Neuenburg Scanner ein, die ein neues Modul zur Stimmzettel-Erkennung erfordern.

Dieses neue Modul wird im Kanton Freiburg nicht verwendet. Es war für den kürzlichen Ausfall der SyGEV in Neuenburg (25.10.2020) verantwortlich. Es handelt sich dabei um eine viel typischere IT-Panne in dem Sinne, dass sie bei der ersten Verwendung eines speziell für den Kanton Neuenburg entwickelten Hauptmoduls auftrat. Es besteht kein Zusammenhang mit dem Ausfall, der Gegenstand dieses Berichts ist.

1.3. Empfehlungen

Wir geben die folgenden zentralen Empfehlungen ab:

- Wir empfehlen, Kriterien für die Aktivierung des Krisenplans aufzustellen, um eine schleichende Eskalation mit unklarem Auslösezeitpunkt zu vermeiden.
- Die Verbesserungen, die bereits in den Tests auf der Ebene des Kantons Freiburg umgesetzt wurden, müssen formalisiert werden, damit die Testabdeckung so nah wie möglich an der realen Situation ist. Der optimale Fall wäre es, die Version, die während der Wahl in Produktion sein wird, mit der genauen Konfiguration des Stimmzettels auf einer exakten Nachbildung der Infrastruktur zu testen. Dies wird zusätzliche Ressourcen (Personal und Infrastruktur) erfordern.



- Wir empfehlen eine Verbesserung der Nachbereitung der Tests. Viele Organisationen verwenden Werkzeuge wie *Jira*. Um den größtmöglichen Nutzen zu erzielen, sollten Änderungen und Tests, die von allen Parteien durchgeführt wurden, in demselben Tool verfügbar sein.
- Wir empfehlen dringend, den Code systematisch nach anderen Stellen zu durchsuchen, an denen Sicherungsfunktionen auf die gleiche Weise aufgerufen werden wie diejenige, die zu dem Vorfall geführt hat. Zum Zeitpunkt unserer Prüfung war noch keine systematische Analyse durchgeführt worden.
- Der Entwicklungsprozess erscheint uns angemessen, wir empfehlen jedoch Verbesserungen bei der Dokumentation von Änderungen, z.B. durch die Verknüpfung des Code-Management-Tools (z.B. *Git*) mit der Lösung zur Änderungsverfolgung (z.B. *Jira*), um sicherzustellen, dass die gesamte Code-Entwicklung von einem Ticket begleitet wird. In diesem Zusammenhang können die Werkzeuge auch eine automatische Inkrementierung der Versionsnummern gewährleisten, insbesondere bei internen Änderungen oder Optimierungen, um sicherzustellen, dass der Kanton Freiburg über alle Änderungen informiert ist.
- Wir empfehlen, die Auftrennung der Module nach Art sowie die Trennung von Ergebnisberechnung und Dokumentenerstellung zu untersuchen.
- Wir empfehlen dem Kanton Freiburg, die Anzahl der Berichte und die Häufigkeit der Aktualisierungen weiter zu optimieren.

Wir sehen keine Hindernisse für eine weitere Zusammenarbeit. Sicherlich hat es aufgrund des Ereignisses einen Vertrauensverlust gegeben, aber wir sehen, dass die Parteien Verbesserungen eingeführt haben.

Wir möchten uns bei allen Beteiligten für die perfekte Zusammenarbeit bei dieser Prüfung bedanken.

2. Résumé

2.1. Contexte

L'application SyGEV est utilisée par les communes, préfectures et l'Etat de Fribourg pour gérer les élections et votations. Elle joue donc un rôle essentiel pour le fonctionnement de la démocratie, et une confiance absolue dans les données sortant du système est primordial. Cette application a été développée par l'entreprise UNISYS et a été mise en œuvre conjointement avec le service de l'informatique et des télécommunications et la Chancellerie. Le 10 novembre 2019, le déroulement simultané de différents objets de votations, dont trois élections sans dépôt de liste a conduit à un blocage du SyGEV qui a retardé la publication des résultats de plusieurs heures. Des articles de presse et des interventions politiques ont jeté des doutes sur le fonctionnement de l'application. Le Grand Conseil demande qu'un audit externe soit réalisé pour déterminer la performance du système SyGEV.

Le présent rapport de l'entreprise AWK répond à la demande d'une revue du système SyGEV dans le but d'évaluer sa performance globale. AWK a étudié des documents et a conduit huit entrevues sur tous les niveaux impliqués.

Le rapport analyse le déroulement des événements de l'incident du 10 novembre 2019 et l'architecture du SyGEV, son infrastructure et les processus de gestion, notamment le développement et les tests.



2.2. Analyse

L'incident s'est manifesté par un blocage de la base de données, déclenché par une instruction de sauvegarde des données dans un élément du code où une autre sauvegarde des données était en cours. Une base de données n'accepte toujours qu'une seule opération d'écriture à la fois et la valide avant de permettre la prochaine opération. Cette instruction avait probablement été incluse pour optimiser la performance.

L'analyse a montré qu'il s'agissait d'une erreur de programmation présente depuis longtemps dans le code. Cependant, cette partie du code n'a jamais été utilisée dans les 30 scrutins précédents et seule la combinaison d'élections de ce jour a rempli les conditions pour son utilisation.

La particularité de la solution SyGEV est qu'elle n'est utilisée que quelques fois par an, mais de manière très intense. Après l'expérience de plus de 40 scrutins, les goulots d'étranglement de l'application sont bien connus. Généralement, avec le nombre très important de rapports générés et leur cadence importante, il s'agit surtout du serveur *batch* qui limite la mise à disposition des résultats.

Un *batch* utilise les valeurs présentes dans la base de données au début de son opération et n'utilise pas, pendant le calcul, des valeurs plus récentes, afin d'avoir des résultats consistants. Avec une durée d'un *batch* de 10 minutes ou plus dans les périodes de saisie de beaucoup de liasses dans les communes, il est fréquent que la base de données dispose déjà de résultats plus actuels que celle dans les rapports ou le serveur de présentation. Ce comportement est correct – il serait très difficile à comprendre si une partie du même rapport disposait de chiffres plus récents qu'une autre partie. Cependant, des questions telles que « Pourquoi les chiffres sur le site web ne comportent pas encore les résultats qu'une commune a saisis ? » surviennent parfois.

Nous ne trouvons pas de problèmes fondamentaux dans l'architecture de l'application. L'erreur survenue est une caractéristique d'autoprotection de base de données, qui préfère des données incomplètes à des données fausses. Ceci nous semble raisonnable, car un résultat partiel peut donc être complété par un comptage manuel des liasses non saisies.

Le goulot d'étranglement reste le serveur *batch*, qui gère tous les calculs et génère les documents. Une parallélisation de ces calculs sur plusieurs serveurs est une option architecturale. Il serait ainsi possible par exemple de séparer la génération des documents du calcul des résultats. La génération des rapports pourrait également être déplacée sur un serveur dédié. En effet, certains documents mettent plusieurs minutes à être générés.

L'infrastructure est dimensionnée de façon généreuse et elle est dédiée aux élections. Nous pouvons affirmer que UNISYS a mis en place une infrastructure moderne et composée de fournisseurs reconnus. Ceci reflète l'importance des élections pour le fonctionnement de la démocratie.

Le batch serveur est le cœur de l'application et la performance de l'application dépend principalement de lui. L'upgrade du hardware serveur est toujours une voie possible d'amélioration, cependant l'équipement utilisé est déjà performant.

En outre des options présentées, la réduction de la charge par la diminution de la cadence ou l'élimination de rapports rarement sollicités semble plus simple. Le Canton de Neuchâtel utilise une fréquence plus basse sur SyGEV, comme d'autres Cantons qui utilisent des produits concurrents. Dans le cas du Canton de Neuchâtel, réduire le nombre de documents générés a amélioré drastiquement la performance de l'application.



Depuis 2019, le canton de Neuchâtel est également un client d'UNISYS et utilise le système SyGEV pour ses propres élections. Le modèle de déploiement est complètement différent de l'Etat de Fribourg dans le sens que l'hébergement se fait à Neuchâtel.

Il s'agit de la même application mais la sortie des résultats, la gestion des listes et les calculs statistiques sont spécifiques au canton. En addition, le canton de Neuchâtel utilise des appareils de scannage qui nécessitent un nouveau module de reconnaissance des bulletins.

Ce nouveau module n'est pas utilisé à l'Etat de Fribourg. Il a été mis en cause dans la récente panne du SyGEV à Neuchâtel (25.10.2020). Il s'agit là d'une panne beaucoup plus typique dans le sens qu'elle survient dans la première utilisation d'un module majeur développé spécifiquement pour le canton de Neuchâtel. Il n'y a pas de lien avec la panne faisant l'objet du présent rapport.

2.3. Recommandations

Nous émettons les recommandations principales suivantes :

- Nous recommandons de mettre en place des critères d'activation du plan de crise pour éviter une situation « pente glissante » avec des hésitations dans la mise en place du plan de crise.
- Les améliorations déjà mises en place dans les tests au niveau de l'Etat de Fribourg doivent être formalisées afin que la couverture de tests soit le plus proche de la situation réelle. Le cas optimal serait de tester la version qui sera en production lors du scrutin avec la configuration exacte du scrutin sur une réplique exacte de l'infrastructure. Ceci nécessitera des ressources supplémentaires (personnelles et infrastructurelles).
- Nous recommandons une amélioration du suivi des tests. Beaucoup d'organisations utilisent des outils comme *Jira*. Pour une utilité maximale, les changements et tests faits par toutes les parties devraient être disponibles dans cet outil.
- Nous recommandons fortement une recherche systématique dans le code d'autres endroits où les fonctions de sauvegarde sont appelées de la même manière que celle qui a mené à l'incident. Au moment de notre audit, une analyse systématique n'avait pas été effectuée.
- Le processus de développement nous semble adéquat, mais nous recommandons des améliorations dans la documentation des changements, p.ex. en liant l'outil de gestion de code (p.ex. *Git*) avec la solution de suivi des changements (p.ex. *Jira*), pour s'assurer que tout développement de code soit accompagné d'un ticket. Dans ce contexte, les outils peuvent également assurer une incrémentation automatique des numéros de version, notamment lors de changements internes ou optimisations pour s'assurer que l'Etat de Fribourg soit au courant de tous les changements.
- Nous recommandons d'étudier la séparation de l'exécution des jobs par type, ainsi que la séparation des calculs des résultats et de la génération des documents.
- Nous recommandons à l'Etat de Fribourg de continuer à optimiser le nombre de rapports et la fréquence des mises à jour.

Nous ne voyons pas d'obstacles pour une continuation de la collaboration. Il y a certes eu une perte de confiance à cause de l'événement, mais nous constatons que les partis ont mis des améliorations en place.

Nous remercions toutes les parties concernées pour leur collaboration parfaite au cours de cet audit.



3. Mandat et démarche

3.1. Contexte

L'application SyGEV est utilisée par les communes, préfectures et l'Etat de Fribourg pour gérer les élections et votations. Elle joue donc un rôle essentiel pour le fonctionnement de la démocratie, et une confiance absolue dans les données sortant du système est primordial. Cette application a été développée par l'entreprise UNISYS et a été mise en œuvre conjointement avec le service de l'informatique et des télécommunications (SITel) et la Chancellerie.

Le 10 novembre 2019, le déroulement simultané de différents objets de votations, dont trois élections sans dépôt de liste, a conduit à un blocage du SyGEV qui a retardé la publication des résultats de plusieurs heures. Des articles de presse et des interventions politiques ont jeté des doutes sur le fonctionnement de l'application.

Le Grand Conseil demande qu'un audit externe soit réalisé pour déterminer la performance du système SyGEV.

3.2. Mandat

AWK effectue une revue du système SyGEV dans le but d'évaluer sa performance globale. La chancellerie et le SITel ainsi que les autorités politiques et administratives disposeront d'une évaluation indépendante de la solution SyGEV. Pour atteindre ce but, la revue doit :

- Offrir une vue objective de la performance de l'application, son fonctionnement et de son architecture
- Offrir une vue objective du développeur de la solution UNISYS, en particulier l'organisation de son développement et le support.
- Emettre des recommandations

3.3. Démarche

AWK a étudié les documents reçus préalablement et au fil des entrevues. Au total, huit entrevues ont été conduites.

Date et durée	Interlocuteur(s)	Entité	Sujets
4.9.2020, 1 heure	Chancellerie d'Etat de Fribourg	Chancellerie de l'Etat de Fribourg	Historique But de l'audit Collaboration
17.9.2020, 1.5 heure	Chef de projet	SITel	Historique Organisation Collaboration
17.9.2020, 1.75 heure	Responsable d'application	SITel	Historique Organisation Collaboration Application SyGEV
18.9.2020, 1.5 heure	Responsable secteur des droits politiques	Chancellerie de l'Etat de Fribourg	Historique Organisation



			Collaboration Application SyGEV
18.9.2020, 1.5 heure	Responsable des projets informatiques	Chancellerie de l'Etat de Fribourg	Historique Collaboration Organisation
8.10.2020, 1 heure	Directeur	UNISYS Suisse	Historique Gestion des tests Collaboration Développement
8.10.2020, 2 heures	Spécialiste d'application	UNISYS Suisse	Application SyGEV Architecture Développement
8.10.2020, 0,5 heure	Responsable infrastructure	UNISYS Suisse	Infrastructure



4. Situation

Ce chapitre décrit la situation découverte lors des entrevues. Il s'agit d'une vue du moment et ne décrit pas le futur.

4.1. Historique du projet

4.1.1. *Solution et fournisseur précédents*

En 2011, de nombreux problèmes de charge avaient lieu avec la solution technologiquement dépassée du fournisseur précédant (Bedag). La solution était développée par Bedag mais hébergée au SITel. Le fournisseur ne soutenait pas le SITel de manière adéquate et renvoyait la faute au SITel, qui devait résoudre les problèmes sans soutien de l'éditeur. Dû au nombre insuffisant de clients, il n'y avait pas de volonté de redévelopper le système vieillissant.

4.1.2. *Développement du SyGEV*

Un appel d'offres a eu lieu en 2011 auprès de cinq entreprises pour une nouvelle solution. Afin de remédier aux problèmes de la solution précédente, les conditions suivantes ont été posées :

- Le canton de Fribourg ne devait pas être le seul canton à utiliser le fournisseur.
- La solution devait être hébergée par le développeur afin d'éviter la situation de co-responsabilité en cas de problèmes.
- La relation client – fournisseur devait se faire sans intermédiaire.
- L'authentification des utilisateurs devait être faite à l'Etat de Fribourg.

UNISYS a gagné l'appel d'offres et a commencé le développement de la solution SyGEV. Au départ, le canton de Berne devait aussi utiliser cette solution mais a abandonné en cours de route dû à la sous-estimation de leur part du travail à fournir côté métier. Le canton d'Argovie avait également fait une demande au fournisseur mais n'a pas donné suite. L'idée d'avoir plusieurs cantons clients du même fournisseur a été évoquée dans le but de pouvoir apprendre des expériences des autres, de travailler avec un système du marché.

Le développement du logiciel s'est en général bien déroulé avec une grande collaboration entre le SITel, la Chancellerie et UNISYS. Le développement avait cependant pris du retard dû à une sous-estimation du travail nécessaire et de la complexité du système. UNISYS a su prendre ses responsabilités et mettre les moyens nécessaires pour livrer une solution fonctionnelle à temps. Le premier scrutin qui a eu lieu avec le système SyGEV a été les élections communales anticipées de mai 2015.

Entre ce premier scrutin de 2015 et l'incident de fin 2019, une quarantaine de scrutins ont eu lieu sans incident.

4.1.3. *L'incident du 10 novembre 2019*

Le 10 novembre 2019, le deuxième tour de l'élection au Conseil des Etat a eu lieu en parallèle à trois élections communales sans liste. Cette configuration particulière – jamais présente auparavant – a donné lieu à un blocage du système qui a retardé la publication des résultats d'environ quatre heures.



Cette durée s'explique, d'une part, car le problème n'était jamais apparu auparavant et d'autre part, car il a fallu rétablir le fonctionnement de l'application tout en garantissant l'intégrité des données saisies et en train d'être saisies par les communes. La raison du problème a depuis été identifiée et corrigée. L'intégrité des résultats n'a jamais été remise en doute. Seul l'accès à la base de données était bloqué, ce qui empêchait l'ajout de nouvelles données (validation des liasses des trois dernières communes) et le calcul des résultats finaux.

La résolution de la crise s'est faite finalement par un calcul manuel des résultats par le responsable d'application du SITel le dimanche. Ces résultats ont pu être confirmés (à quelques différences près, expliquées depuis lors) le lendemain lorsqu'UNISYS a pu faire terminer les calculs par le système SyGEV.

4.2. Gestion de la crise

4.2.1. Communication

Durant le temps de la crise, Madame la Chancelière d'Etat a été en première ligne devant les journalistes pour communiquer l'avancement de la résolution du problème. Le problème se situait chez UNISYS et une longue chaîne de personnes était impliquée dans la communication, à savoir : Madame la Chancelière d'Etat communiquait avec le responsable du secteur des droits politiques, qui parlait avec le directeur d'UNISYS Suisse, qui lui transmettait les informations de son équipe de support. Le responsable du secteur des droits politiques était aussi en contact avec le SITel. Le responsable du secteur des droits politiques faisait le point avec UNISYS toutes les 15 minutes environ.

Du point de vue de l'Etat de Fribourg, la réaction d'UNISYS aurait pu être un peu plus rapide et la Chancelière mise au courant plus rapidement de la situation. Il était cependant clair que la priorité était la résolution du problème avant la communication. Il ressort des entretiens que la communication a été professionnelle et constructive.

La communication avec les communes se fait normalement par les préfetures. Les communes n'ont cependant eu que peu de réponses, dû au fait que les ressources côté UNISYS étaient impliquées dans la résolution du problème.

En plus des canaux de communications susmentionnés, la *hotline* était en service comme à chaque scrutin. Il s'agit d'un service de support pour les communes lors des scrutins. C'est par ce biais que le SITel a été informé des problèmes sur le système : certaines communes n'arrivaient pas terminer leurs tâches. Le SITel était cependant impuissant face à la situation, le problème venant d'UNISYS. Il y a eu certes un dégât d'image car le SITel est la face publique de l'informatique de l'Etat envers les communes.

Envers le grand public et les partis politiques, la Chancelière a été la plus exposée. L'Etat de Fribourg a dans ce sens préservé l'image de son fournisseur UNISYS qui n'a été cité ni par l'Etat de Fribourg, ni dans la presse.

4.2.2. Plan de gestion de crise

À la suite de problèmes avec l'ancien système de Bedag en 2011 (également dû à des élections sans dépôt de liste), un plan de gestion de crise avait été mis en place. Il n'y a cependant pas eu d'entraînement à la gestion de la crise de la même ampleur de l'incident du 10 novembre 2019. Le schéma de gestion de crise a été mis à jour à la suite de cet incident.

Il existe également des checklists et outils d'aide à la décision, mais ceux-ci ne sont pas formalisés.



Le *plan B* prévu en cas de problèmes majeurs consistait à arrêter les opérations et recommencer le décompte le lendemain. Cependant, il n'était pas adapté à la situation du 10 novembre 2019 à cause de la pression politique due à une élection serrée. Il a donc été décidé de passer à un plan intermédiaire qui a consisté à finir le calcul des résultats à la main. Il ne restait en effet que les données de trois communes à comptabiliser pour permettre la publication des résultats.

Côté SITel, il n'y avait pas de signe que cette élection serait compliquée. La hotline était également réduite à cette occasion. Certaines personnes ont été libérées vers 12h avant que les problèmes arrivent, vers 12h35.

Côté UNISYS, deux personnes de piquet étaient présentes, comme prévu dans le contrat de maintenance lors des jours de scrutins. Autour de 13h30 (heure non confirmable), lorsqu'il a été clair que le problème serait compliqué à résoudre, le directeur d'UNISYS s'est déplacé au siège à Berne et a fait venir le spécialiste de l'application. UNISYS possède un plan de gestion de crise.

Depuis l'incident du 10 novembre 2019, le plan de réaction a été amélioré et un schéma de réaction en cas de crise a été développé.

4.3. Collaboration entre la Chancellerie de l'Etat de Fribourg, le SITel et UNISYS

4.3.1. SITel

Le SITel s'occupe principalement de faire les tests du système entier avant chaque scrutin. Il héberge également le système d'authentification des utilisateurs du SyGEV et résout les problèmes techniques de la solution qui sont dans son rayon d'action.

En effet, la solution SyGEV est développée et hébergée par UNISYS, ce qui limite les responsabilités et possibilités d'intervention du SITel. Il existe une stricte séparation : le SITel n'a même pas de vue sur l'architecture détaillée ou le fonctionnement de l'application. Les interviews révèlent que les collaborateurs SITel ont pu consulter les schémas d'infrastructure de l'application chez UNISYS mais n'ont pas obtenu de copie. En résumé, l'application est une « boîte noire » du point de vue du SITel.

4.3.2. Chancellerie

La Chancellerie représente la connaissance métier des élections. C'est un sujet complexe avec beaucoup de spécificités cantonales. Elle communique d'une part avec le fournisseur UNISYS afin de s'assurer de la justesse du fonctionnement de la solution et d'autre part avec le SITel, avec qui elle prépare les tests de la solution avant chaque élection. De plus, elle effectue le contact avec la politique et les communes. La Chancellerie se charge aussi de distribuer les problèmes en fonction de leur source, qu'elle soit technique, politique ou métier.

La Chancellerie n'a pas de compétences techniques concernant la solution et n'a pas d'outil de monitoring de l'état du système. Elle joue cependant un rôle très fort dans le développement de la solution car c'est elle qui est la porte des informations sur les résultats des scrutins.

4.3.3. UNISYS

UNISYS (Suisse) développe et héberge la solution en Suisse. Le support (dit 3^e niveau) est également assuré par UNISYS (Suisse). UNISYS (Suisse) travaille pour d'autres administrations publiques Suisse, notamment au niveau fédéral, en particuliers dans le do-



maine de la sûreté publique. La société mère, UNISYS, une entreprise globale avec environ 20'000 employés, n'intervient pas dans le contexte de SyGEV.

UNISYS maintient un service de piquet tous les dimanches de scrutin. Le service est perçu comme étant très réactif.

4.3.4. *Relation entre les parties*

D'une manière globale, la relation entre les parties a été bonne et reste toujours bonne. Bien que l'incident du 10 novembre ait quelque peu ébranlé la confiance dans la solution et le fournisseur, les participants de l'Etat de Fribourg ont exprimé leur souhait de prolonger leur engagement avec le fournisseur UNISYS. Ils considèrent que le fournisseur a réagi de manière professionnelle lors de la crise. Le problème a été résolu, mais il reste un doute résiduel sur le fait qu'un problème similaire ou inconnu surgisse à nouveau lors de configurations inédites.

Il ressort des interviews que la réaction d'UNISYS a été perçue comme adaptée. Les bonnes personnes ont rapidement été appelées à la résolution du problème. Aucun participant de l'Etat de Fribourg n'a émis de doutes profonds quant à la capacité d'UNISYS de fournir les prestations prévues.

4.4. **Solution SyGEV**

4.4.1. *Contexte*

SyGEV est une application cruciale pour l'Etat de Fribourg à cause de son rôle dans le décompte des scrutins. Une démocratie doit faire confiance aux élections, et des doutes sur l'exactitude des résultats sortant de SyGEV ne peuvent pas être permis. De ce fait, le coût de la solution est secondaire.



4.4.2. Architecture

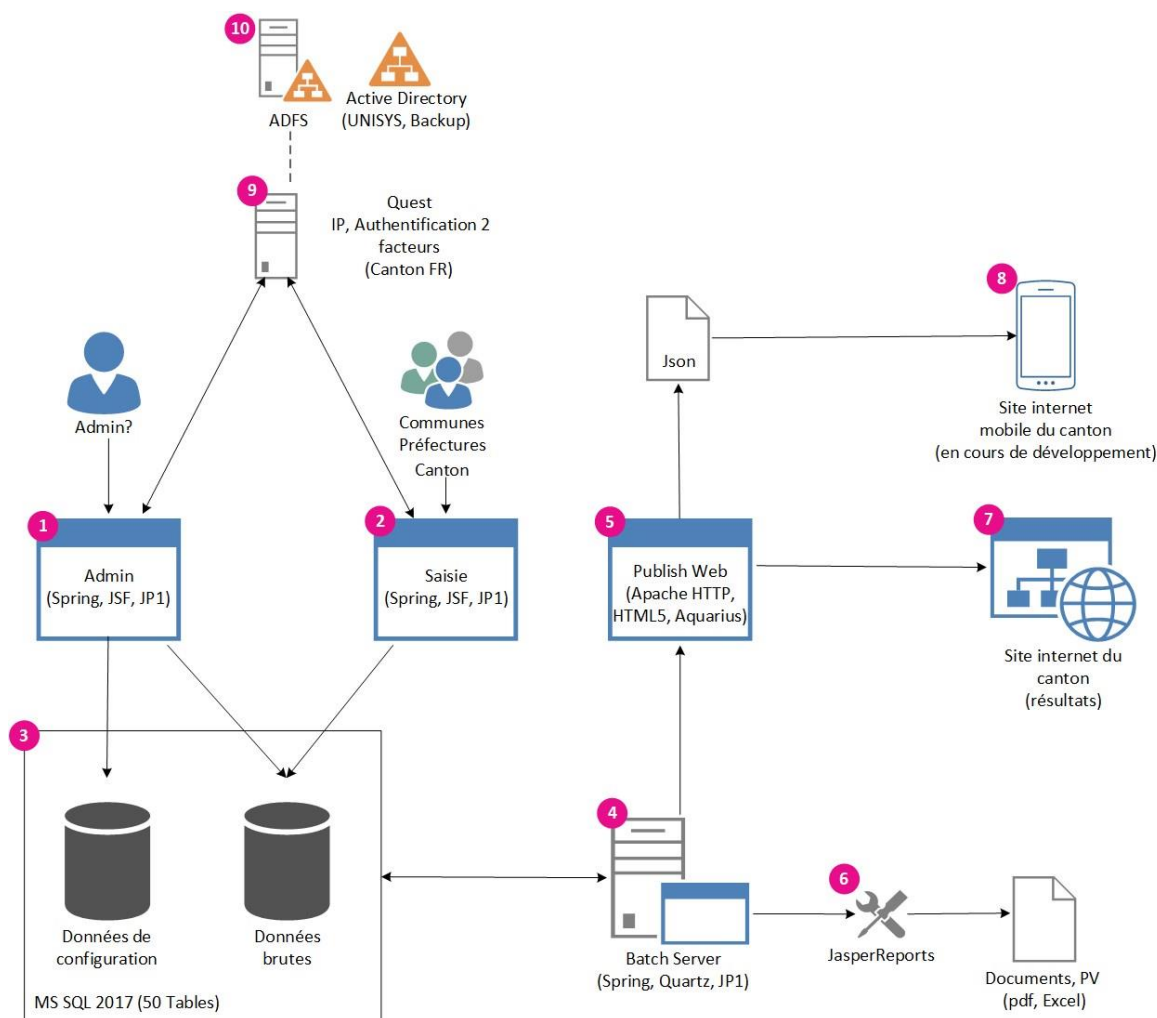


Figure 1: Architecture de la solution SyGEV

La solution consiste en cinq parties principales :

- L'interface admin (1)
- L'interface de saisie (2)
- La base de données (3)
- Le serveur batch (4)
- Le module de publication (5)

Le module admin sert à configurer le système pour le scrutin en question. En outre, il importe la liste du contrôle des habitants eCH-0045 avant l'élection pour les élections sans dépôt de liste qui est à l'origine de l'incident du 10 novembre 2019.

Le module de saisie sert à la saisie des liasses : les communes, préfectures ou cantons se connectent et peuvent introduire les résultats du comptage des voix. Les données saisies sont également copiées localement au cas où la connexion avec la base de données tombe.



La base de données contient, d'une part, les données de configuration du scrutin à venir (candidats, eCH-0045, listes, objets, ...) et d'autre part, les données saisies et les résultats calculés à partir des données saisies.

L'application est relativement complexe à cause du nombre de niveaux : communes, préfectures et canton ; en combinaison avec tous les candidats et toutes les listes.

4.4.3. *Fonctionnement*

La saisie d'une liasse par un utilisateur (commune, préfecture, canton) est enregistrée dans la base de données. Les résultats à calculer sont ensuite déterminés (niveau commune, préfecture et canton) et les *jobs* correspondants sont créés et exécutés par le serveur *batch*. Un *job* est une tâche récurrente composée de plusieurs étapes et attribuée à un serveur informatique. Un serveur *batch* peut gérer un ensemble de *jobs* en séquence ou en parallèle.

Il existe différents types de *jobs* :

- Calcul de résultats (résultats d'élections et de votations aux niveaux communes, préfecture et canton)
- Génération de documents (PV et résultats en format Excel, pdf, ...)

Une fois les résultats calculés, ceux-ci sont publiés sur le site internet de l'état de Fribourg et les documents sont mis à disposition.

Après chaque saisie d'une liasse, les candidats cités sont comparés avec la liste eCH-0045 qui définit les personnes éligibles. Ainsi, il est sûr que chaque donnée saisie est correcte. C'est cependant lors de cette comparaison que la base de données était bloquée. Elle se bloquait à nouveau après chaque saisie d'une nouvelle liasse.

En fonctionnement normal, après 20 saisies, les résultats sont recalculés à tous les niveaux, ce qui prend environ 10 minutes. En tout, environ 170 rapports et protocoles sont générés, en particulier les formulaires 5A et 5B pour l'OFS et les protocoles que les communes doivent signer.

La charge sur l'application vient du fait que lors des élections, un grand nombre d'utilisateurs saisissent des données, ce qui crée un grand nombre de *jobs* correspondants, et tout ceci dans une période intense de quelques heures.

4.4.4. *Identification des utilisateurs et plan de secours*

L'identification des utilisateurs se fait par l'interface admin ou saisie. L'IDP est hébergé au SITel, qui permet le login dans l'application hébergée chez UNISYS avec les droits d'utilisateurs appropriés.

En cas de problème avec l'IDP, une copie est également hébergée chez UNISYS. Cette copie permet le login avec des logins de secours qui sont générés 1 à 2 semaines avant le scrutin. Ils sont testés puis les comptes sont bloqués chez UNISYS. En cas de secours, UNISYS peut activer les comptes sur appel et permettre le login.

4.4.5. *Infrastructure*

Le server batch tourne sur des serveurs Nutanix datant de 2019.

Il existe deux machines physiques :

- Une machine hébergeant l'application productive,



- Une machine hébergeant une copie de l'application au niveau stockage, synchronisée toutes les 5 minutes.

La connexion utilisée est une connexion 1 gigabit et des firewalls 16 gigabits.

Avec ce dimensionnement, ni les serveurs ni la connexion ne sont considérés comme des goulots d'étranglement à moyen terme.

4.4.6. *Performance et charge*

La particularité de la solution SyGEV est qu'elle n'est utilisée que rarement (4-6 fois par an) mais de manière très intense. Après l'expérience de plus de 40 scrutins, les goulots d'étranglement de l'application sont bien connus. Généralement, avec le nombre très important de rapports générés et leur cadence importante, il s'agit surtout du serveur *batch* qui limite la mise à disposition des résultats.

Un *batch* utilise les valeurs présentes dans la base de données au début de son opération et n'utilise pendant le calcul pas de valeurs plus récentes, afin d'avoir des résultats consistants. Avec une durée d'un *batch* de 10 minutes ou plus dans les périodes de saisie de beaucoup de liasses dans les communes, il est fréquent que la base de données dispose déjà de résultats plus actuels que celle dans les rapports ou le serveur de présentation. Ce comportement est correct – il serait très difficile à comprendre si une partie du même rapport disposait de chiffres plus récents qu'une autre partie. Cependant, des questions telles que « Pourquoi les chiffres sur le site web ne comportent pas encore les résultats qu'une commune a saisie ? » surviennent souvent.

A noter que la plupart des Cantons Suisses ont des fréquences de mise à jour inférieures à l'Etat de Fribourg – une valeur typique est de 30 minutes. A cette cadence, des questions sont beaucoup plus rares.

4.4.7. *Développement*

La solution SyGEV n'est pas figée mais évolue en permanence. Un exemple d'évolution est le fait que les préfectures saisissaient les résultats des communes sur le système d'origine mais les communes le font elles-mêmes sur le système actuel.

Il existe trois environnements de développement :

- DEV : développement
- QA : tests unitaires
- Pré-production : pour effectuer les tests. Il s'agit de même infrastructure que l'environnement de production mais la version diffère.
- Production

Le développement se fait en collaboration entre UNISYS et le SITel. La chancellerie représente la connaissance métier des droits politiques. Jusqu'à aujourd'hui, le développement semble s'être bien déroulé.

En principe, le SITel est informé des bugs, des corrections et des montées de version. Lors des tests, il a cependant été remarqué que certains changements dans le système ont eu lieu mais n'ont pas été communiqués.

UNISYS effectue le développement de l'application sur un stack JAVA standard. Au niveau technique, trouver les développeurs n'est pas un problème. Le défi réside dans les connaissances métier qu'il faut avoir. Cela requiert une période de formation assez



longue et spécifique au canton pour lequel la solution est développée. Il s'agit notamment du module de calcul des résultats où les spécificités cantonales, les règles, majorités et exceptions doivent être implémentées.

4.4.8. Gestion des tests

Les tests en place avant l'incident du 10 novembre 2019 n'auraient pas pu mettre en avant le bug car ils testaient des types d'élection de manière séparée, or le bug n'apparaît que lors de combinaisons d'élection spécifiques.

Les tests sont à présent adéquats car ils testent des scénarios de scrutin entiers correspondants à la configuration pressentie lors du scrutin futur : quarante jours avant un scrutin, la chancellerie discute avec le SITel pour déterminer ce qui doit être préparé. Les tests sont effectués sur l'environnement de pré-production grâce à un logiciel développé par le SITel qui simule un grand nombre d'utilisateurs.

Les tests utilisateurs consistent en les étapes suivantes :

- Création des objets (types d'élection et/ou votations)
- Création des scénarios (combinaisons d'objets)
- Exécution du test
- Vérification de la justesse des résultats avec la chancellerie

Les tests incluent les vérifications suivantes :

- Exactitude du calcul des résultats
- Résistance du système à la charge
- Vérification de la publication web et des exports (csv, pdf) :
 - Un export csv et un export pdf est vérifié pour les commune et préfectures
 - Tous les exports sont vérifiés au niveau cantonal et fédéral

Les tests prennent environ une semaine pour le Conseil national et le Conseil des Etats. Pour les autres élections, ils prennent entre deux semaines et demie et trois semaines.

Les résultats des tests sont communiqués par email mais ne sont pas répertoriés ou archivés de manière systématique.

Il est important de réaliser que la version installée dans cet environnement diffère de la version de production lors du scrutin. Cela signifie que lors d'un scrutin, la version testée diffère de la version qui sera en production lors du scrutin. Par exemple, les versions testées étaient la 3.7.0 en juin 2019 et la 3.7.1 en septembre lors du test général tandis que la version en production était la 3.7.3 lors du scrutin du 10 novembre 2019. Il y a également eu un test de la version 3.7.3 entre le 30 septembre et le 4 octobre 2019 où l'attention était focalisée sur les changements par rapport à la 3.7.1.

De plus, le scénario de test n'est pas la réplique exacte du scrutin à venir. Le scénario à tester est déterminé avec la chancellerie avant le scrutin. Il s'agit de deviner au mieux la configuration du scrutin à venir.

Il reste donc toujours un risque que des problèmes avec le système ne soient pas détectés lors des tests, soit à cause de la configuration, soit à cause de la version testée.



Finalement, il est à noter que le module Geres avait été testé la dernière fois en 2018 avant le scrutin du 10 novembre 2019. Depuis l'incident, le module est testé systématiquement avant chaque scrutin.

La grande connaissance métier nécessaire et la complexité des droits politiques signifie qu'il n'est pas possible pour UNISYS d'effectuer les tests métiers globaux comme le fait le SITel. Il effectue cependant des tests unitaires pour vérifier les implémentations faites par les développeurs.

Il ressort des entretiens qu'il manque parfois des ressources pour faire les tests. Des ressources supplémentaires ont été demandées au SITel. Le responsable d'application du SITel prend le temps de faire les tests correctement, même quand les ressources manquent.

4.4.9. *Changements à la suite de l'incident du 10 novembre 2019*

Le nombre de documents générés par le système a été réduit depuis l'incident du 10 novembre 2019 afin d'alléger la charge. Il est en effet apparu que certains documents n'étaient dans la pratique utilisés que rarement.

Des documents intermédiaires ne sont donc plus générés et certaines statistiques ont été éliminées.

De plus, la fréquence de génération de certains résultats ou documents a été abaissée de toutes les 5 min à toutes les 15 min.

4.4.10. *Développement de la solution pour le canton de Neuchâtel*

Depuis 2019, le canton de Neuchâtel est également un client d'UNISYS et utilise le système SyGEV pour ses propres élections. Le modèle de déploiement est complètement différent de l'Etat de Fribourg car l'hébergement se fait à Neuchâtel.

Il s'agit de la même application mais la sortie des résultats, la gestion des listes et les calculs statistiques sont spécifiques au canton. En addition, le canton de Neuchâtel utilise des appareils de scannage qui nécessitent un nouveau module de reconnaissance des bulletins.

Ce nouveau module n'est pas utilisé à l'Etat de Fribourg. Il a été mis en cause dans la récente panne du SyGEV à Neuchâtel (25.10.2020). Il s'agit là d'une panne beaucoup plus typique dans le sens qu'elle survient dans la première utilisation d'un module majeur développé spécifiquement pour le canton de Neuchâtel. Il n'y a pas de lien avec la panne faisant l'objet du présent rapport.

4.4.11. *Développements futurs*

Le contrat actuel avec le fournisseur court jusqu'en 2024. Il devra alors être déterminé si le canton de Fribourg continue à utiliser la solution et ce fournisseur ou s'il doit ou veut les changer.

Un autre projet côté SITel est en cours : il s'agit de développer un deuxième front-end adapté aux appareils mobiles pour le système SyGEV [(8) sur la Figure 1: Architecture de la solution SyGEV]. Ce projet n'utilise pas les ressources de UNISYS.

Le scannage des bulletins et des listes est une direction de développement envisagée pour l'application, tout comme l'export des urnes en format eCH.



Côte expansion à d'autres cantons, le facteur limitant est le support. Il faut qu'UNISYS forme le client à l'utilisation du système et assure le support lors des jours de scrutin. Le nombre de personnes ayant la connaissance métier nécessaire est le facteur limitant.

4.4.12. *Note*

Deux audits sécurité ont déjà été effectués par l'entreprise « Objectif sécurité ». Notre rapport ne traite pas de la sécurité.



5. Analyse

5.1. Organisation et répartition des tâches

L'Etat de Fribourg a opté pour une organisation qui donne des interfaces très claires et sépare les tâches entre le fournisseur et l'Etat. Cette organisation est une conséquence directe des expériences avec le fournisseur précédent, où la séparation des tâches était moins stricte et où l'Etat de Fribourg s'est vu attribuer des responsabilités pour lesquelles il n'était pas équipé.

L'organisation a comme conséquence qu'en cas de crise, il y a très peu de moyens d'intervenir pour les unités de l'Etat, et même peu de transparence dans l'état de la solution.

5.2. Gestion de la crise et communication

La Chancelière d'Etat était en premier plan de la crise et a mené les communications extérieures. Elle recevait les informations par un employé de la Chancellerie en contact avec le SITel et UNISYS. Le contact principal avec les communes se faisait par les préfetures, mais des demandes d'informations sont aussi venues à la hotline du SITel.

Cependant, les informations étaient surtout du côté d'UNISYS. Au début de la crise, les ressources de UNISYS concentraient leur temps sur la résolution du problème et non dans la communication, ce qui nous semble la bonne priorisation, même si cela engendre un manque d'informations à l'Etat de Fribourg et crée des frustrations.

Quand les ressources supplémentaires d'UNISYS étaient sur place, le directeur d'UNISYS Suisse a repris la communication et a ainsi réduit la charge sur les équipes occupées avec la résolution du problème.

Au début de la crise, après un grand nombre de scrutins sans problèmes, les parties concernées étaient surprises par l'événement. Il y avait un plan pour les crises en place, mais la crise a révélé qu'il n'était pas approprié et des alternatives ont été développées dans la journée.

Les participants n'ont pas disposé de critères clairs pour déclencher le plan de crise. Cette décision a été prise de façon intuitive.

Cependant, en comparant avec d'autres crises informatiques, la performance de l'Etat et d'UNISYS était plutôt bonne. Le contrôle n'a pas été perdu au courant de la crise. Les décisions nécessaires ont été prises en connaissance des informations disponibles. Les éléments non prévus dans le plan de crise ont été mis en place rapidement.

Les ressources promises contractuellement par UNISYS étaient en place, et ont été renforcées en peu de temps par les spécialistes nécessaires. Nous voulons mentionner spécifiquement la motivation de certains employés d'UNISYS, en particulier le développeur spécialiste de l'application, qui n'étaient pas de piquet ce jour-là, mais qui sont tout de même intervenus rapidement.

5.3. Support et maintenance de la part d'UNISYS

Avec les outils à disposition, UNISYS a su vite localiser le problème dans un rejet d'opérations d'écriture par la base de données (*Database lock*). Ceci est une fonctionnalité d'autoprotection de la base de données qui n'accepte pas des opérations qui pourraient compromettre l'intégrité des données. De ce fait, il était vite clair que les données



étaient incomplètes, mais correctes – il n’y a pas eu d’écriture de fausses données, mais la saisie de liasses en attente n’a pas pu être complétée.

Pour trouver la cause du *Database lock*, il fallait une analyse des segments de code concernés par les développeurs. Ceci est une tâche qui peut prendre des semaines, surtout si le développeur concerné n’a pas une connaissance profonde du module en question. UNISYS a su trouver la cause en quelques heures, ce que nous considérons comme excellente performance et une indication de la maîtrise du code.

Le *Database lock* a été déclenché par une instruction de sauvegarde des données dans un élément du code où une autre sauvegarde des données était en cours. Une base de données n’accepte toujours qu’une seule opération d’écriture à la fois et la valide avant de permettre la prochaine opération. Cette instruction avait probablement été incluse pour optimiser la performance.

L’analyse a montré qu’il s’agissait d’une erreur de programmation présente depuis longtemps dans le code. Cependant, cette partie du code n’a jamais été utilisée dans les 30 scrutins précédents et seule la combinaison d’élections de ce jour a rempli les conditions pour son utilisation. Les parties concernant les votations sont utilisées beaucoup plus souvent que les parties élections, dont il y a différentes implémentations.

Les tests n’ont jamais comporté cette combinaison d’élections non plus. L’Etat de Fribourg a même testé tous les éléments de cette élection, mais pas leur combinaison. Ceci a été fait dans le but de pouvoir identifier plus facilement la cause d’une erreur lors des tests.

En conclusion, nous considérons le support d’UNISYS fourni ce jour comme bon. L’élément à améliorer est surtout la communication de crise.

5.4. Continuité, transfert de connaissance

Il a été mentionné que la personne remplaçant le développeur spécialiste de l’application lors de l’évènement n’avait pas le même niveau d’expertise, ce qui a conduit à une perte de temps. Nous estimons que même avec la présence du développeur, il s’agissait d’une combinaison difficile à détecter et à résoudre rapidement, et nous ne pouvons pas donner l’assurance qu’il aurait su réduire la durée de l’incident à quelques minutes.

Il reste un défi au cas où le développeur spécialiste se trouverait indisponible. Les interviews avec UNISYS ont révélé que la difficulté principale de l’application SyGEV est la connaissance profonde métier nécessaire au développement de la solution. Tout changement de personnel demande donc une période de formation relativement longue.

Un problème similaire se situe au niveau du SITel. Le responsable d’application occupe un rôle crucial pour le fonctionnement de l’application, la maintenance et le déroulement des tests. Des mesures sont prises en vue de former un remplaçant mais ne sont pas encore effectives. Ceci est nécessaire en cas d’indisponibilité du responsable d’application.

5.5. Architecture et fonctionnement de l’application

Nous ne trouvons pas de problèmes fondamentaux dans l’architecture de l’application. L’erreur survenue est une caractéristique d’autoprotection de base de données, qui préfère des données incomplètes à des données fausses. Ceci nous semble raisonnable, car un résultat partiel peut donc être complété par un comptage manuel des liasses non saisies.



Le goulot d'étranglement reste le serveur *batch*, qui gère tous les calculs et génère les documents. Une parallélisation de ces calculs sur plusieurs serveurs est une option architecturale. Il serait ainsi possible, par exemple, de séparer la génération des documents du calcul des résultats. La génération des rapports pourrait également être déplacée sur un serveur dédié. En effet, certains documents mettent plusieurs minutes à être générés.

5.6. Infrastructure

L'infrastructure est dimensionnée de façon généreuse et elle est dédiée aux élections. Sous une optique strictement financière, elle est même surdotée dans la plupart des éléments. Nous pouvons affirmer que UNISYS n'a pas optimisé les coûts de production en mettant des produits bas-de-gamme, mais que l'infrastructure est récente et composée de fournisseurs reconnus. Ceci reflète l'importance des élections pour le fonctionnement de la démocratie.

Le batch serveur est le cœur de l'application et la performance de l'application dépend principalement de lui. L'upgrade du hardware serveur est toujours une voie possible d'amélioration, cependant l'équipement utilisé est déjà performant.

5.7. Performance de l'application SyGEV

Les facteurs limitants ont été mentionnés dans les chapitres précédents. En outre des options présentées, la réduction de la charge par la diminution de la cadence ou l'élimination de rapports rarement sollicités semble plus simple. Le Canton de Neuchâtel utilise une fréquence plus basse sur SyGEV, comme d'autres Cantons qui utilisent des produits concurrents. Dans le cas du Canton de Neuchâtel, réduire le nombre de documents générés a amélioré drastiquement la performance de l'application.

Il n'y a pas de séparation dans la production entre les documents nécessaires légalement et les documents de confort. Il n'y a pas eu d'analyse systématique avec le métier et les parties prenantes sur la pertinence et la fréquence de génération des documents.

Les documents n'indiquent pas le moment où le calcul du résultat a commencé et donc quelle version de données a été utilisée (comme p.ex. à Zurich). Cette étape simple pourrait réduire davantage les questions ainsi que servir à des fins de surveillance de l'application.

5.8. Développement et gestion des tests

Généralement, des notes de changements accompagnent la livraison d'une nouvelle version de SyGEV. Parfois, les tests révèlent que certains changements n'étaient pas communiqués et inclus dans ces notes. Il semble que la gestion des changements ne soit pas complètement assurée par des processus robustes.

Pour un produit hautement spécialisé comme SyGEV, le maintien de connaissances spécifiques de l'application est un défi continu, que ce soit chez UNISYS ou à l'Etat de Fribourg.

Après l'incident, l'erreur a été corrigée, mais il n'y a pas eu d'analyse systématique du code pour déterminer si des conditions similaires (instructions de sauvegarde pour optimisation de performance) sont présentes ailleurs. Nous ne pouvons donc pas exclure la présence d'autres configurations provoquant un blocage similaire du système.



6. Recommandations

6.1. Plan de crise

Nous recommandons la mise en place d'une séparation stricte sur le niveau personnel de la résolution du problème et de la communication. Informellement, ce mode s'est déjà mis en place.

Nous recommandons de mettre en place des critères d'activation du plan de crise pour éviter une situation « pente glissante » avec des hésitations dans la mise en place du plan de crise.

Le rôle de la *hotline* dans la gestion de crise, notamment dans la communication, devrait être clarifié, afin d'utiliser ses ressources de la manière la plus optimale.

6.2. Amélioration du protocole de tests

Nous recommandons la mise à disposition du protocole des tests effectués côté UNISYS à l'Etat de Fribourg, afin de permettre une utilisation optimale des ressources.

Les améliorations déjà mises en place dans les tests au niveau de l'Etat de Fribourg doivent être formalisées afin que la couverture de tests soit le plus proche possible de la situation réelle. Le cas optimal serait de tester la version qui sera en production lors du scrutin avec la configuration exacte du scrutin sur une réplique exacte de l'infrastructure. Ceci nécessitera des ressources supplémentaires (personnelles et infrastructurelles).

Nous recommandons une amélioration du suivi des tests. Beaucoup d'organisations utilisent des outils comme *Jira*. Pour une utilité maximale, les changements et tests faits par toutes les parties devraient être disponible dans cet outil.

Nous recommandons de maintenir une archive des scénarios testés et des configurations pour éviter les pertes de l'historique.

6.3. Développement

Nous recommandons fortement une recherche systématique dans le code d'autres endroits où les fonctions de sauvegarde sont appelées de la même manière que celle qui a menée à l'incident. Au moment de notre entretien, une analyse systématique n'avait pas été effectuée.

Le processus de développement nous semble adéquat, mais nous recommandons des améliorations dans la documentation des changements, p.ex. en liant l'outil de gestion de code (p.ex. *Git*) avec la solution de suivi des changements (p.ex. *Jira*), pour s'assurer que tout développement de code soit accompagné d'un ticket. Dans ce contexte, les outils peuvent également assurer une incrémentation automatique des numéros de version, notamment lors de changements internes ou optimisations pour s'assurer que l'Etat de Fribourg soit au courant de tous les changements.

UNISYS devra bien gérer le développement en parallèle pour Fribourg et Neuchâtel, notamment pour s'assurer qu'il n'y ait pas des régressions à Fribourg dues à des fonctionnalités développées pour Neuchâtel.



6.4. Optimisation de l'architecture de l'application

Nous recommandons d'étudier la séparation de l'exécution des jobs par type, ainsi que la séparation des calculs des résultats et de la génération des documents.

Pour limiter le nombre de jobs, il serait également possible de séparer la saisie des liasses, le lancement des jobs pour le calcul des résultats et ceux pour la génération des documents. Le système pourrait ainsi confirmer la saisie à l'utilisateur mais ne rafraichir les résultats qu'à intervalles déterminées et non après un nombre fixe de saisies. De même, la publication des résultats sur le site web pourrait avoir son propre rythme de rafraichissement et de même pour les documents.

Nous recommandons d'étudier l'utilisation des API standard pour la publication des résultats.

6.5. Optimisation de performance

Nous recommandons à l'Etat de Fribourg de continuer à optimiser le nombre de rapports et la fréquence des mises à jour.

Nous recommandons d'inclure sur les documents produits par SyGEV une indication de l'heure de lancement du *batch* (p. ex. « Données saisies à 13h25 ») pour réduire le nombre de questions à cause du traitement différé des *batch*.

Dans le cas d'élections sans dépôt de listes, beaucoup de Cantons ne valident les noms qu'à la fin du décompte et éliminent les candidats non éligibles dans la dernière étape. Le système fribourgeois est supérieur à cette démarche, car le résultat final ne change pas brusquement, comparé aux résultats intermédiaires, mais il consomme beaucoup de performance.

6.6. Suite de la collaboration

Nous ne voyons pas d'obstacles pour une continuation de la collaboration. Il y a certes eu une perte de confiance à cause de l'événement, mais nous constatons que les parties ont mis des améliorations en place.