



« Un tableau de bord médical en temps-réel à moindre coût »

CoreLabNow!

Dr. Alain April
Professeur, ÉTS

David Lauzon
Étudiant à la maîtrise, ÉTS

Dr. E. Mac Namara
Chief Diagnostic Medicine, JGH

12 novembre 2013 @ Salon Business Intelligence, Montréal

Plan

- Étudier à l'ÉTS
- Service de médecine diagnostique
 - Processus d'affaires sélectionné
 - Problématique
- Solution proposée
 - Décisions
 - Tableau de bord
 - Indicateurs clés de performances (KPIs)
 - Témoignage du client
- Survol technique
 - Architecture logicielle
 - Défis rencontrés
- Sommaire et vision
 - Extensions possibles

Étudier à l'ÉTS maîtrise conjointe UQAM

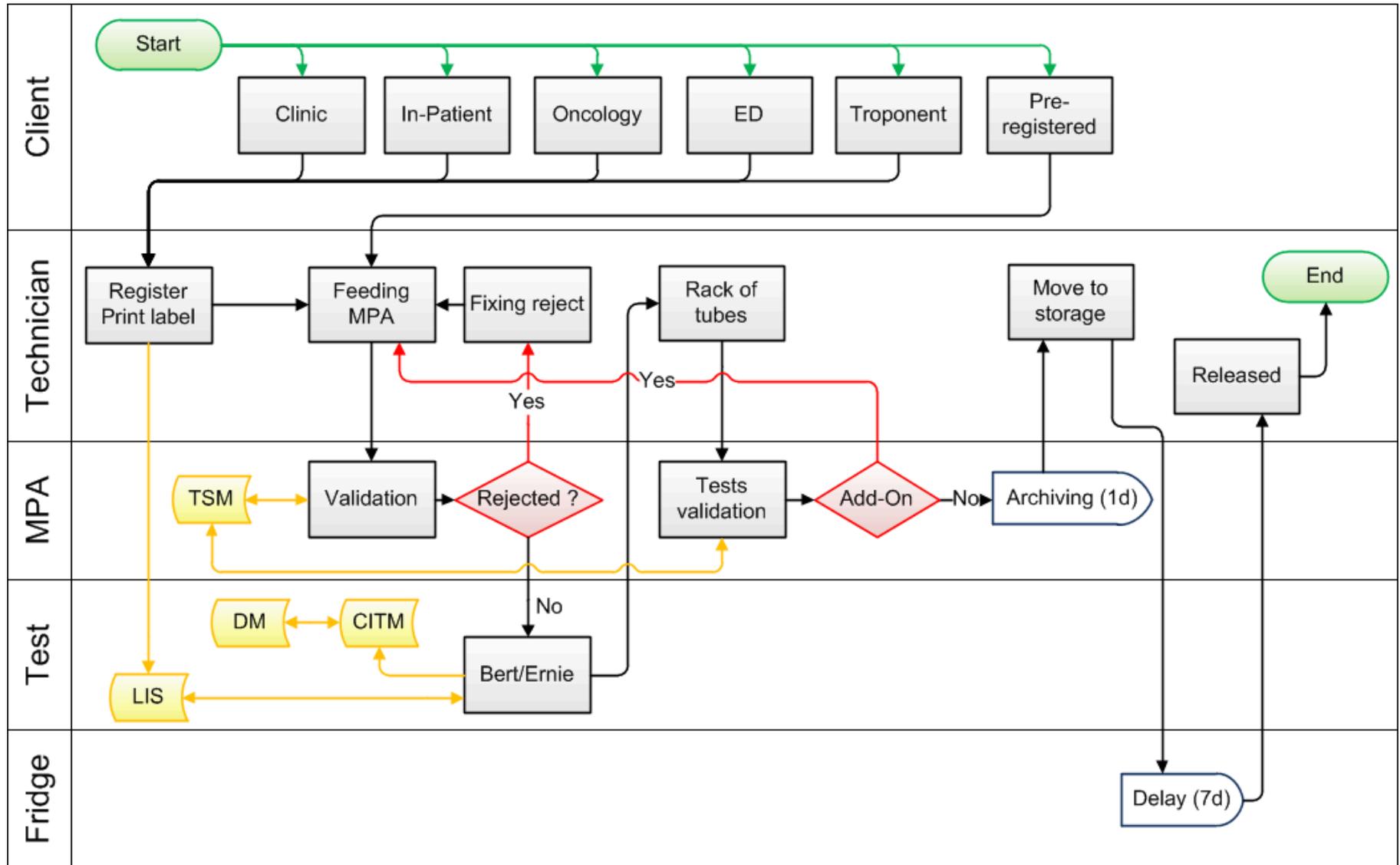
- 3 cours à l'ÉTS et 2 cours à l'UQAM (15 crédits)
 - Profil avec projet synthèse 15 crédits
 - 4 cours à l'ÉTS et 1 cours à l'UQAM (15 crédits)
 - Projet synthèse (15 crédits)
 - Profil avec activité de synthèse de 6 crédits
 - 7 cours à l'ÉTS et 1 cours à l'UQAM (24 crédits)
 - Stage industriel et rapportI (3 crédits) **et** rapportII (3 crédits)
- Ou**
- Projet technique (6 crédits)

Service de médecine diagnostique

Service de médecine diagnostique du JGH

- Mission :
 - Analyses de tests sur les échantillons (sang, salive, urine, selles) qui lui sont envoyés
 - Assurer l'utilisation optimale des services du laboratoire
 - Activités de recherche
- Garantie de niveau de service (ou *SLA*) différente selon la catégorie
- Catégories de cliniques desservies:
 - Internes à l'hôpital: urgence, centre de tests, endocrinologie, etc.
 - Externes à l'hôpital: CLSCs
- Base de données:
 - Plus de 3000 résultats de tests / heure
 - Total: plus de **320 millions** de résultats de tests

Processus d'affaires (1/5)



Processus d'affaires (2/5)

Étapes simplifiées :

1. Un docteur complète une demande d'analyse
2. Collecte de(s) l'échantillon(s)
3. La demande d'analyse et l'échantillon sont acheminés au Service de médecine diagnostique
4. Une commande est saisie pour l'analyse
5. Le panier d'éprouvettes rempli est acheminé à la station de traitement
6. Numérisation de l'éprouvette
 - Erreurs potentielles
7. Traitement et analyse du test

Processus (3/5) - Demande d'analyse

Étape 1: Un docteur complète une demande d'analyse

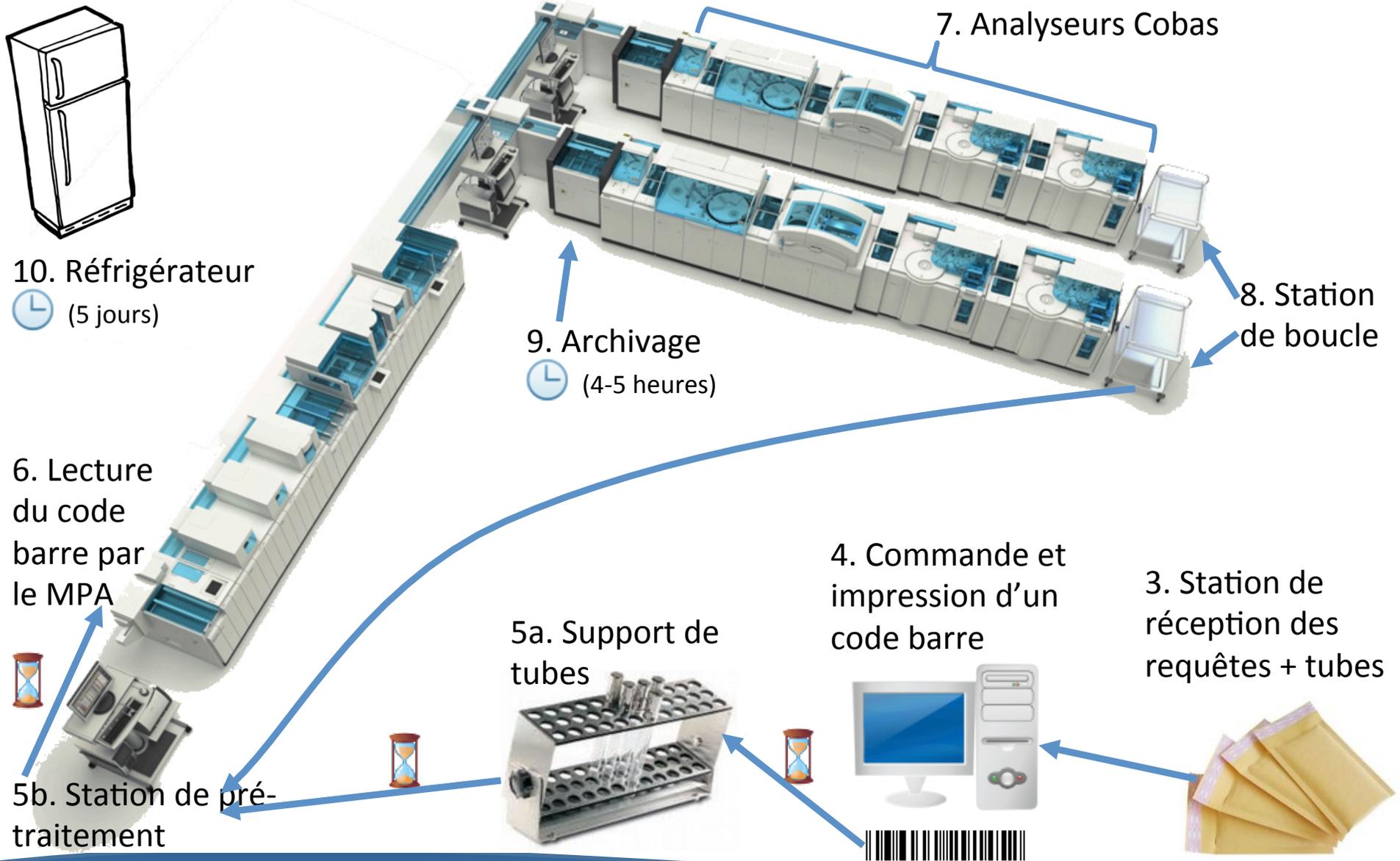
Biochemistry	CHEM6 <input type="checkbox"/> NA Sodium <input type="checkbox"/> K Potassium <input type="checkbox"/> CL Chloride <input type="checkbox"/> BIC Bicarbonate <input type="checkbox"/> UREA Urea <input type="checkbox"/> CRE Creatinine Glucose <input type="checkbox"/> GLUFS Glucose Fasting <input type="checkbox"/> GLU Glucose Random LFT <input type="checkbox"/> ALK Alk. Phos <input type="checkbox"/> ALT ALT <input type="checkbox"/> BILT Bilirubin total Other tests: _____	General chemistry <input type="checkbox"/> ALB Albumin <input type="checkbox"/> CA Calcium & albumin <input type="checkbox"/> CK CK <input type="checkbox"/> E2 Estradiol <input type="checkbox"/> FERRI Ferritin <input type="checkbox"/> FSH FSH <input type="checkbox"/> BHCG HCG <input type="checkbox"/> IRON Iron-TIBC-sat <input type="checkbox"/> LH LH <input type="checkbox"/> FLP Lipid profile 14 hrs fasting <input type="checkbox"/> NFLP Lipid profile non-fasting <input type="checkbox"/> PHO Phosphorus <input type="checkbox"/> PRL Prolactin <input type="checkbox"/> TSH Thyroid screen <input type="checkbox"/> B12 Vitamin B12	Drugs Time of last dose _____ <input type="checkbox"/> CARBA Carbamazepine <input type="checkbox"/> DIG Digoxin (sample > 6hr post dose) <input type="checkbox"/> LI Lithium <input type="checkbox"/> PHENO Phenobarbital <input type="checkbox"/> PHENY Phenytoin <input type="checkbox"/> VALPR Valproic acid
			Lavender top tube <input type="checkbox"/> GLYHB HbA1C Random Urine <input type="checkbox"/> UT Routine screen → Dipstick (yellow container) <input type="checkbox"/> URT Rule out UTI → Culture and dipstick Please send 2 containers, yellow AND orange <input type="checkbox"/> UI Nephritis workup (casts) (yellow container) <input type="checkbox"/> PREG Pregnancy test (yellow container) <input type="checkbox"/> MAUR Microalb./Creat. (yellow container)
Serology	Hepatitis A (HAV) <input type="checkbox"/> HAVMG Acute Hepatitis A (IgM) <input type="checkbox"/> HAVTG Immune status Hepatitis A (IgG) Hepatitis B (HBV) <input type="checkbox"/> HBCGR Screening Hepatitis B (Anti-HB core) <input type="checkbox"/> HBSGR Carrier Hepatitis B (HepBsAg) <input type="checkbox"/> HBSBG Vaccine immunity Hepatitis B (Anti-HBs)	Viral Serology (Miscellaneous) <input type="checkbox"/> CMM CMV IgM (acute) <input type="checkbox"/> MEG Measles IgG (immunity) <input type="checkbox"/> MONO Mono screen (EBV) <input type="checkbox"/> MPG Mumps IgG (immunity) <input type="checkbox"/> PAR Parvovirus IgG & IgM <input type="checkbox"/> RUB Rubella IgG (immunity) <input type="checkbox"/> VZV Varicella immunity (IgG)	Parasite serology <input type="checkbox"/> FILA Filaria serology <input type="checkbox"/> SCHI Schistosoma serology <input type="checkbox"/> STRO Strongyloides serology <input type="checkbox"/> TOXGR Toxoplasma IgG (immune status) <input type="checkbox"/> TMXGR Toxoplasma IgM (acute)

Processus d'affaires (4/5)

Étape 2 : Collecte de(s) l'échantillon(s)



Processus d'affaires (5/5)



Problématique

- Les erreurs humaines et matérielles survenant au début du processus entraînent un re-travail par le technologue MPA
 - Exemple d'erreurs:
 - Tubes mal placés, étiquettes illisibles, etc.
 - Conséquence:
 - Impact sur le niveau de service (*SLA*)
- Aucun indicatif de performance en temps-réel
 - Pour chaque *SLA*, quelle est la tendance des dernières heures?
 - Sommes-nous déjà ou en train d'accumuler un retard ?
 - Devons-nous assigner des ressources supplémentaires pour rencontrer le *SLA*?
- Quel sont les goulots d'étranglements du processus?



Solution proposée

Solution proposée : CoreLabNow

- Tableau de bord :
 - Affichage d'indicateurs clés de performance (KPI)
 - Accessibilité:
 - Commis à l'enregistrement des demandes d'analyses
 - Postes de travail des gestionnaires du laboratoire
 - Buts:
 - Détecter les accumulations de tests à effectuer AVANT d'être en retard;
 - Assigner des ressources supplémentaires, au besoin, pour s'assurer que tous les *SLAs* soient respectées;
 - Mieux comprendre le flux de ce processus et ses goulots d'étranglements.

Décisions 1/4

1. Coût total du projet : 0\$
2. Déployé et opérationnel en 4 mois
3. Qualité optimale selon contrainte de coûts et de temps

Décisions 2/4

1. Coût total du projet : 0\$

1.1 Développé bénévolement par des étudiants à la maîtrise

1.2 Utilisation de logiciels gratuits

(aucune solution BI propriétaire n'a été maltraitée durant la réalisation de ce projet)

1.3 Aucun matériel à acheter

(serveur installé sur machine virtuelle à faibles ressources)

- Explications :

- Éviter de passer par le système d'appel d'offre

Décisions 3/4

2. Déployé et opérationnel en 4 mois

2.1 Analyse sur données réelles (anonymisées) en début de projet

2.2 Gestion de projet suivant la méthodologie agile

2.3 Minimiser l'effort requis de la part des T.I. de l'hôpital

2.3.1 Machine virtuelle (pas de matériel à installer)

2.3.2 Aucune installation requise sur les postes de travail

2.3.3 Aucune modification requise sur la BD

- Explications:

- Service T.I. déjà un horaire chargé

- Contrainte de temps académique: 4 mois ou échec

- Étudiants travaille sur le projet à temps partiel

Décisions 4/4

3. Qualité optimale selon contrainte de coûts et de temps

3.1 Rencontres fréquentes avec le client (focus sur KPI les plus importants)

3.2 Rafraîchissement des données à chaque 1 minute

3.3 Collaboration étroite avec les médecins et T.I lors du déploiement

3.4 Minimiser impact sur l'infrastructure existante des T.I.

3.4.1 Charge minimale sur la BD de production de l'hôpital

3.4.2 Transport réseau minimal

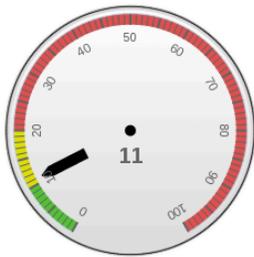
3.4.3 Reconnexion automatique

3.4.4 Faible consommation de mémoire sur les postes de travail (connexions permanentes)

Le tableau de bord

Last refresh : 9/26/2013 7:24:26 PM

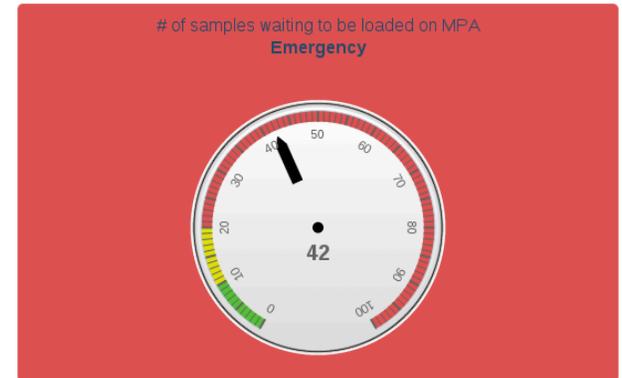
of samples waiting to be loaded on MPA
In Patient and Oncology



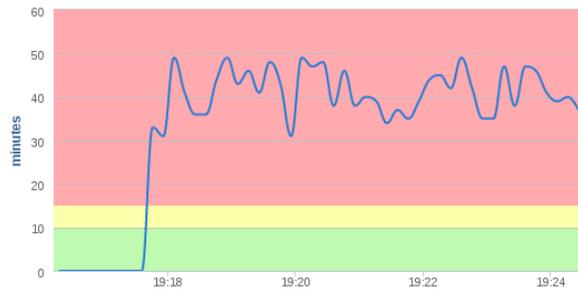
of samples waiting to be loaded on MPA
Clinic and Test Center



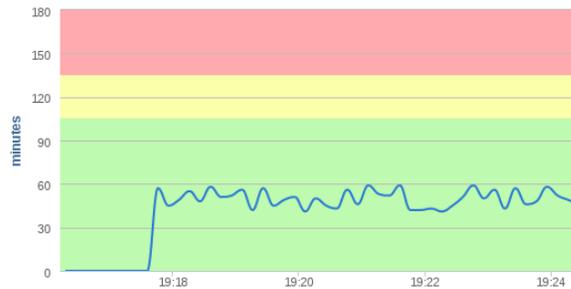
of samples waiting to be loaded on MPA
Emergency



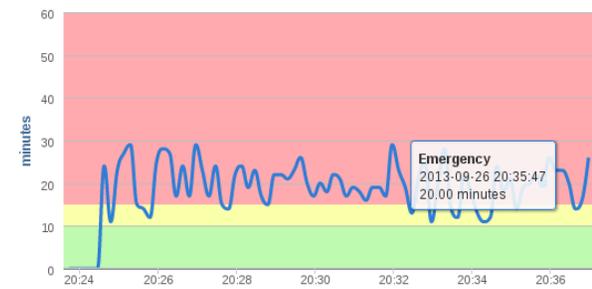
Average delay from ordering to MPA
In Patient and Oncology



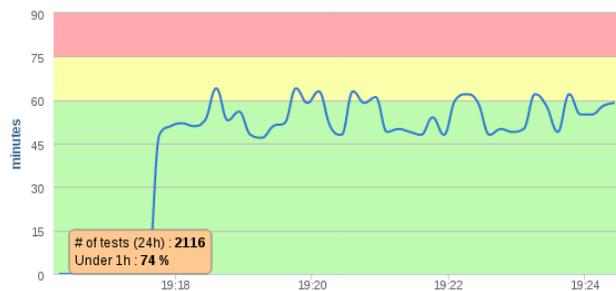
Average delay from collection to MPA
Clinic and Test Center



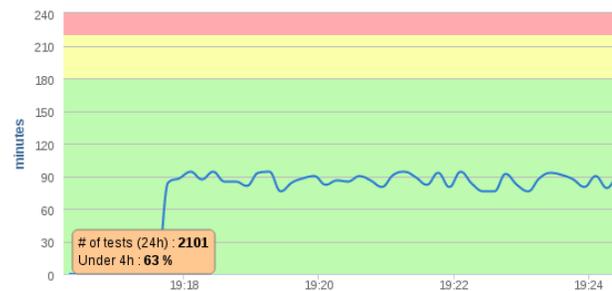
Average delay from ordering to MPA
Emergency



Overall in-lab time (90th centile)
In Patient and Emergency



Overall in-lab time (90th centile)
Clinic and Test Center



Troponins Delay



Indicateurs clés de performance (KPI)

- Jauges 1-3 (rangée 1) :
 - Nb de tests commandés en attente de traitement
- Histogrammes 4-6 (rangée 2) :
 - Approximation du délai d'attente médian entre la commande et le début du traitement par le MPA
- Histogrammes 7-8 (rangée 3) :
 - 90^{ème} centile des délais réels entre la commande et la vérification du test (complétés dans la dernière 1h)
 - Encadré orange:
 - Nb total de tests et le % respectant le *SLA* (derniers 24h)
- Diagramme à barres 9 (rangée 3) :
 - Tests de Troponine en cours avec numéro de commande

Témoignage

Témoignage

- Dr. Elizabeth MacNamara
 - Chief Diagnostic Medicine,
 - Jewish General Hospital (JGH)
 - CoreLabNow Product Manager

- Topics:
 - Original idea (from a user's point of view)
 - How CoreLabNow was helpful in understanding and improving her business process



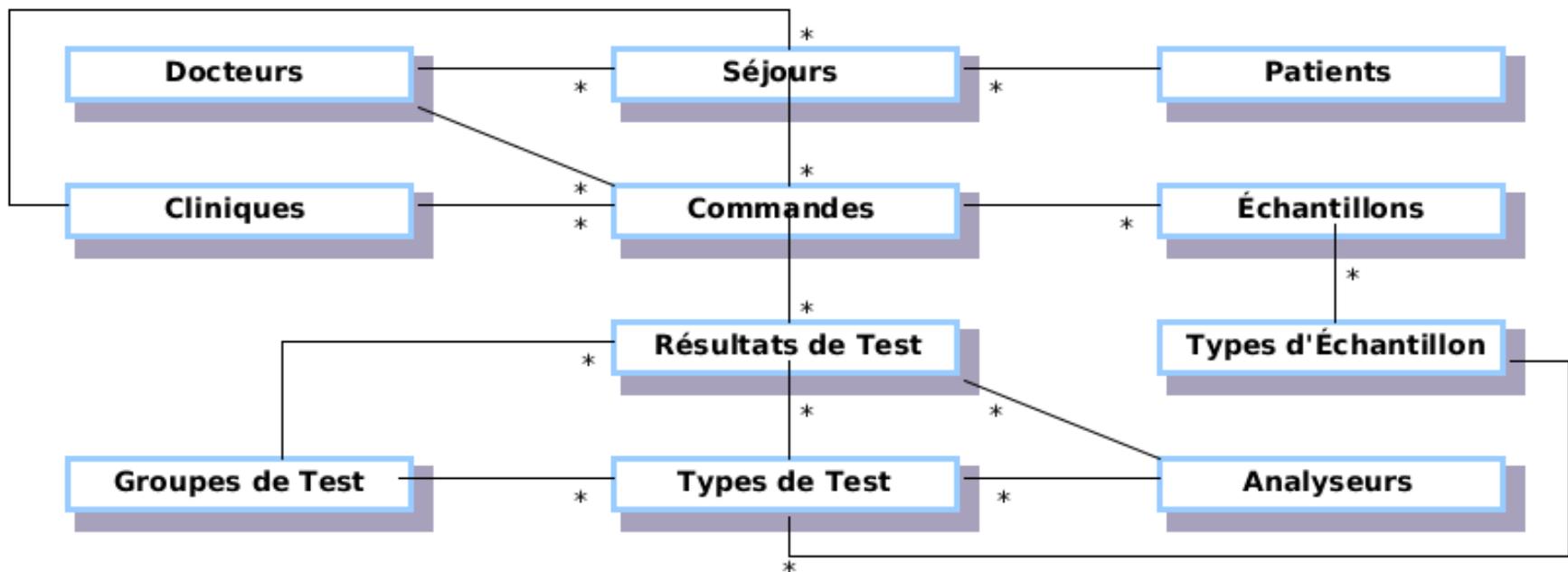
Démo sur données réelles

<https://vimeo.com/75497105>

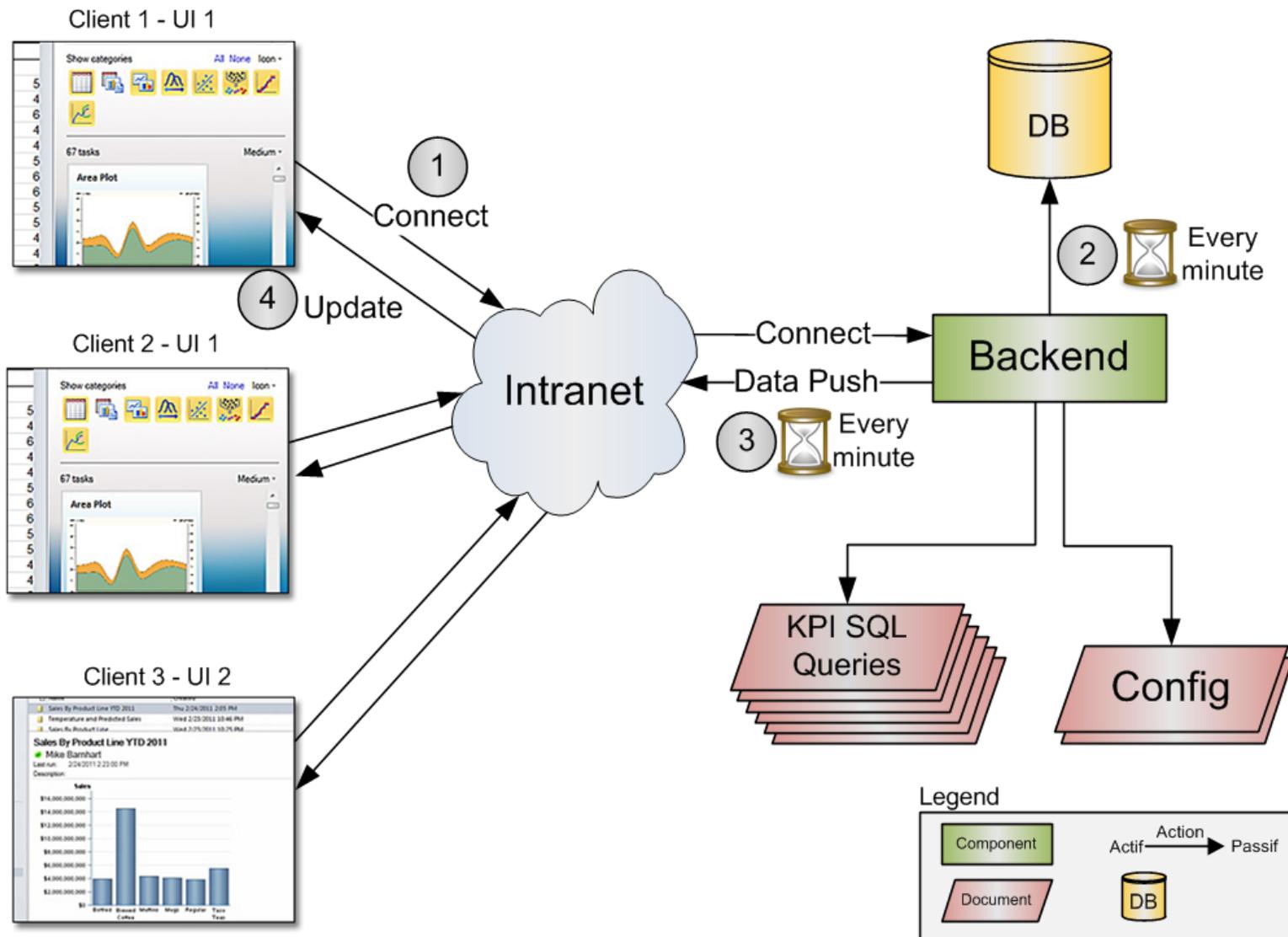
Survivability technique

BD simplifiée

- 11 entités (tables) sélectionnées sur 50+
- Bonne nouvelle!
 - 485 propriétés (colonnes) restantes seulement!



Architecture de CoreLabNow



Composantes logicielles

Technologie	Utilisation
Highcharts JS	Librairie Javascript/HTML5 générant des visualisations interactives
WebSocket	Protocole web HTML5 offrant un canal de communication bidirectionnel et full-duplex sur un socket TCP pour les navigateurs et les serveurs web
Socket.io	Librairie de communication légère (client-serveur) fondée sur le WebSocket. Ajoute des fonctionnalités de pour: <ul style="list-style-type: none">• Battements de cœur (<i>heartbeats</i>)• Délais d'expiration (<i>timeouts</i>)• Mécanisme de repli lorsque WebSocket n'est pas disponible (Flash sockets, JSONP polling, etc.)
Node.js	Serveur web qui effectue les requêtes à la BD de production
VirtualBox	Machine virtuelle pour faciliter le déploiement du logiciel au JGH
Ubuntu Server LTS	Système d'exploitation gratuit avec support prolongé
LXDE	Environnement de bureau X11 graphique ultra léger

Défis rencontrés

- Comprendre la problématique et le système existant:
 - Terminologie médicale
 - Beaucoup de règles d'affaires et d'exceptions
 - Nom de champs de BD cryptique et dictionnaire de données incomplet
 - Accès à des vues SQL seulement
 - Informations limitées sur la structure physique détaillée des tables
- Volume des données « *big data* » :
 - **Plusieurs requêtes** doivent faire des **jointures** sur une table de **320 millions de rangées** et obtenir une réponse **en quelques secondes**, sans ralentir la BD de production
 - Longue phase d'optimisations SQL avec EXPLAIN PLAN
- Surprise lors du déploiement :
 - **Données statiques (DEV) vs données dynamiques (PROD)**
 - Structures des tables en PROD ≠ DEV
 - Découverte de nouvelles règles d'affaires, faussant les résultats
 - Besoin de modifier les requêtes directement sur le serveur de production

Un exemple d'un des KPI...

```
SELECT
CASE lc.type
WHEN 'H' THEN 'In-Patient and Emergency'
WHEN 'W' THEN 'In-Patient and Emergency'
WHEN 'I' THEN 'TestCenter and Clinics'
WHEN 'D' THEN 'TestCenter and Clinics'
WHEN 'E' THEN 'TestCenter and Clinics'
WHEN 'V' THEN 'TestCenter and Clinics'
WHEN 'U' THEN 'In-Patient and Emergency'
END AS source,
COUNT(*) AS nb_Tests_Total_Last_Day ,
SUM( CASE WHEN ((tr.verified_dt - o.ordered_dt) * 24 < 1.0) THEN 1 ELSE 0 END ) AS nb_Tests_Under_An_H_Last_Day,
SUM( CASE WHEN ((tr.verified_dt - o.ordered_dt) * 24 < 4.0) THEN 1 ELSE 0 END ) AS nb_Tests_Under_An_4H_Last_Day,
ROUND(
PERCENTILE_CONT(0.90) WITHIN
GROUP (ORDER BY (
CASE WHEN (sysdate - tr.verified_dt) * 24 BETWEEN 0.0 AND 1.0
THEN (tr.verified_dt - o.ordered_dt) * 1440
ELSE NULL
END
) ASC),1
) AS a_90th_TaT_Minutes_Last_H
FROM lab_order o
JOIN test_result tr ON tr.order_aa_id = o.aa_id
AND o.collect_date != -1
AND o.ordered_dt >= o.collect_dt
AND o.collect_date IN (TO_NUMBER(TO_CHAR(sysdate, 'YYYYmmdd')), TO_NUMBER(TO_CHAR(sysdate-1, 'YYYYmmdd')))
AND o.ordered_date IN (TO_NUMBER(TO_CHAR(sysdate, 'YYYYmmdd')), TO_NUMBER(TO_CHAR(sysdate-1, 'YYYYmmdd')))
AND tr.verified_dt >= (sysdate - INTERVAL '1' DAY)
JOIN lab_clinic lc
ON o.ordering_clinic_id = lc.id AND lc.type IN ('H', 'W', 'I', 'D', 'E', 'V', 'U')
GROUP BY
CASE lc.type
WHEN 'H' THEN 'In-Patient and Emergency'
WHEN 'W' THEN 'In-Patient and Emergency'
WHEN 'I' THEN 'TestCenter and Clinics'
WHEN 'D' THEN 'TestCenter and Clinics'
WHEN 'E' THEN 'TestCenter and Clinics'
WHEN 'V' THEN 'TestCenter and Clinics'
WHEN 'U' THEN 'In-Patient and Emergency'
END;
```

Sommaire et vision

Équipe de l'ÉTS

Claude Vallières



- Analyste
- Gestion de projet
- Communications
- Documentation

Pablo Herrera



- Expérimentations avec outils de visualisations
- Programmeur principal

David Lauzon



- Analyste
- Architecte
- Optimisations SQL
- Administrateur système

Abdelbar Boussif



- Installation d'Oracle Database
- Chargement des données

Extensions possibles

- Conserver les données du tableau de bord (pour forage de données)
- Ajouter de nouveaux tableaux de bords pour surveiller toutes les étapes du processus
- Permettre aux utilisateurs de filtrer les KPIs (meilleure adaptabilité au changement)
- Créer un environnement de développement dynamique à partir de données statiques
-

Conclusion

- Résultat:
 - Tableau de bord temps-réel au coût de 0\$
 - Développé à temps partiel par des étudiants en moins de 15 semaines
 - Opérationnel en production
 - Impact minimal sur l'infrastructure informatique de l'hôpital
 - Toutes les requêtes SQL s'exécutent en moins de 6 secondes (après optimisation)
- La clef du succès a été de bien définir la portée du projet réalisable dans les délais disponibles
- Il était stimulant et valorisant de voir l'intérêt et la participation que l'équipe de l'hôpital juif a dévoué à ce projet
- Et enfin, il ne faut pas vendre la peau du **SQL** avant de l'avoir *optimisé...*

Contact

dauidonlaptop @ gmail . com

<http://ca.linkedin.com/in/davidlauzon>

<http://www.davidlauzon.net/>