

Minitab 

EXCHANGE

Produire mieux
avec l'usine
connectée

Mercredi 3 juin 2026

Lyon, France

Merci de votre participation !



ORANGE



VALEO



BOBST



ARKEMA



LFB Biomédicaments



MERSEN



SODIAAL INTERNATIONAL



NEMERA SERVICES



VERKOR



O-I France SAS



SEQENS



SYMBIO



FRAMATOME



ELIT



SAMPLY



ELKEM SILICONES



DREETS ARA



TLBS-VIH



FLEX|N|GATE



DREETS ARA



MGA TECHNOLOGIES



NEWCLEO



SKYEPHARMA PRODUCTION SAS



ESSILORLUXOTTICA

L'équipe Minitab aujourd'hui

+



Jean-François
Guérinault



Nadine Fonkoua



Joel Cannizzaro



Agnès Ogée



Julie Colas

Les intervenants



Guillaume Redon

Consultant Senior Black belt
XL Groupe



Sami Chaabi

Solutions Architect EMEA South
Minitab



Mikhail Golovnya

Senior Advisory Data
Scientist
Minitab



Robert Collis

Sr. Principal Analytics
Consultant
Minitab



Dr. José Nuñez Ares

Docteur en plans
d'expériences⁺
Minitab



Performance en production : pourquoi produire mieux



**1 € de valeur ajoutée manufacturière
génère 1,7 à 2 € d'activité économique
connexe en France**

Source: Banque de France

Estimations basées sur les modèles entrées-sorties et études de réindustrialisation



L'industrie

Éléments clés :

- Hausse de la productivité
- Qualité
- Baisse des coûts
- Réduction des arrêts
- IA et data industrielle
- Sécurité et conformité

Enjeux :

- Données dispersées entre ERP, MES, SCADA, Excel
- Faible standardisation
- ROI difficile à démontrer
- Peu de connaissances data/IA

Leviers :

- Interopérabilité
- Standards communs
- Collaboration transverse
- Coordination informatique et métiers
- Maîtrise et localisation des données

Baromètre Industrie 5.0 – Wavestone / France Industrie (2025)

Acquisitions récentes



Connectivité
machines

Collecte de
données
machines et
opérateurs

TRS en temps
réel



Collecte de
CMMs,
instruments de
mesure, PLC

Données
automatisées, en
temps réel

MSP synthétique



Simulation de
procédé

Jumeaux
numériques
“digital twins”

Test impact
avant
implémentation



Plans
expérimentaux
avancés

Faible nombre
d’essais

Facteur difficiles
et faciles à
modifier

L'intervenant



Mikhail Golovnya



Senior Advisory Data Scientist
Minitab

Avec plus de 20 ans d'expérience en calcul statistique et en machine learning, Mikhail est Senior Advisory Data Scientist chez Minitab.

Expert en modélisation prédictive et en data science appliquée, il apporte une perspective internationale et interdisciplinaire.

Minitab ®

EXCHANGE

AI in Manufacturing: Behind Smoke and Mirrors

Mikhail Golovnya

Senior Advisory Data Scientist

In this session, we'll talk about...

Digital Transformation

Data Universe

Data Analytics

Machine Learning

Generative AI

Agentic AI and AGI



Digital Transformation

- **Digital Transformation** integrating digital technologies to **fundamentally change how a company operates**, delivers value to customers, and responds to market dynamics
- **Digital Transformation** is about rethinking everything you do —internally and externally.



[This Photo](#) by Unknown Author is licensed under [CC BY](#)

What is Digital Transformation?

Key Aspects

- **Technology integration** (**data analytics**, cloud computing, AI, automation, IT infrastructure, etc.)
- **Data-Driven Decision Making** (**predictive analytics** to inform strategic and day-to-day choices)
- **Cultural and Organizational Change** (innovation, agility, embracing new technologies)
- **Business Process Optimization** (automating manual tasks, workflows, efficiency, productivity)
- **Enhanced Customer Experience** (apps, social media, chat bots, support, personalized services)

What is Digital Transformation?



Key Aspects

- **Technology integration** (**data analytics**, cloud computing, AI, automation, IT infrastructure, etc.)
- **Data-Driven Decision Making** (**predictive analytics** to inform strategic and day-to-day choices)
- Cultural and Organizational Change (innovation, agility, embracing new technologies)
- Business Process Optimization (automating manual tasks, workflows, efficiency, productivity)
- Enhanced Customer Experience (apps, social media, chat bots, support, personalized services)

Data Universe: Half a Century of Growth

- **1970s–1980s: Megabytes**
Thousands to hundreds of thousands of records, Apollo
- **1990s: Gigabytes Become Common**
Internet, transactions, server logs, Human Genome
- **2000s: Terabyte Era**
Digital and social media, Google, Facebook, CERN
- **2010s: Petabyte and Exabyte Scale**
Big data revolution, YouTube, Climate Modeling
- **2020s: Zettabyte Era and Beyond**
IoT, social media, video, sensor data

- Exponential Growth for the past 50 years!
150 dB Growth



Data Universe: YouTube Growth

Key Milestones

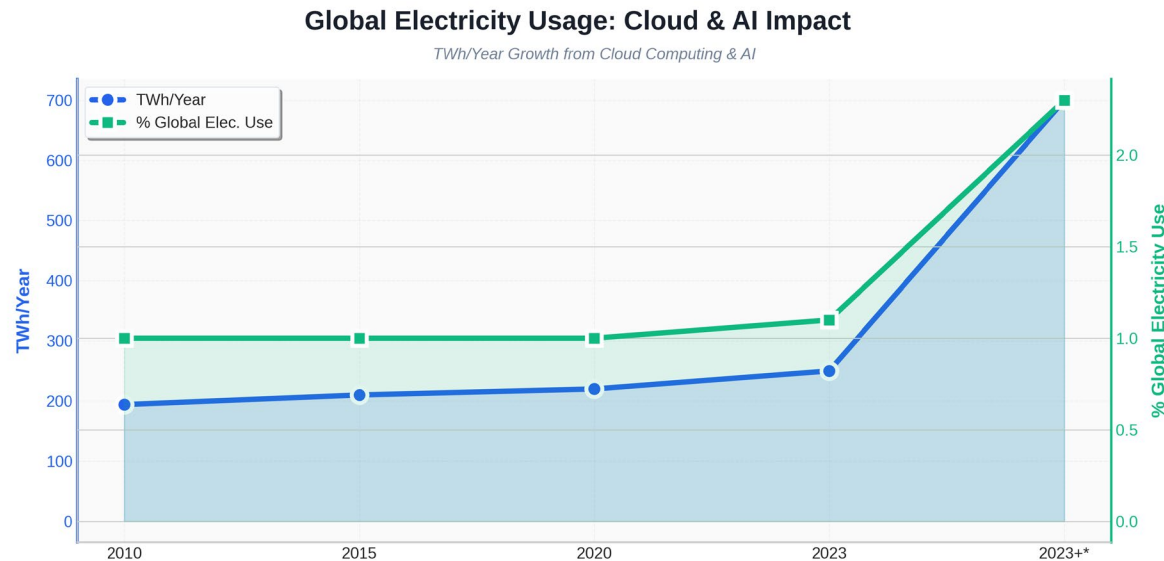
Hours of videos uploaded per minute

YEAR	HRS/MIN	HRS/DAY	NOTES
2007	~6	8,640	Early rapid growth
2010	24	34,560	Social and smartphone era begins
2012	72	103,680	YouTube mainstream, HD videos rise
2014	300	432,000	Explosion in global smartphone use
2017	400	576,000	Live streaming, 4K, mobile creators
2019	500	720,000	Global user base, monetization
2022	500+	720,000+	Number stayed stable but content length increases
2024	600 - 700	864,000–1M+	Continued grown (unofficial estimates)



Global Data Center Power Consumption

Estimated Global Data Center Power Consumption by Year



NOTES:

2010: Start of cloud boom
2015: Efficiency gains
2020: Cloud, AI uptake
2023: AI streaming surge
2023+*: Projected if trend continues (IEA)

**Projected values based on IEA analysis*

Key Takeaways

- **Current:** Data centers use ~250 TWH/year (2023-24), about 1% of all global electricity.
- **Trend:** After years of efficiency, demand is rising rapidly due to AI and digitization.
- **Future:** Could triple by 2030 unless efficiency and renewable adoption keep up.

Data Analytics – The Quest for AI



AI Developments: 20th Century

1st Track



- **Reactive Machines:**

- These are basic rule-based systems that operate based on predefined rules.

- **Expert Systems:**

- These are computer systems that mimic the decision-making ability of a human expert in a specific domain.

KNOWING

AI Developments: 20th Century 2nd Track



Machine Learning (ML) Systems:

- ML is a subset of AI that focuses on developing algorithms and models that enable computers to learn from data.
- Types of ML systems include **supervised learning (PA)**, unsupervised learning, and reinforcement learning.

LEARNING

AI Developments: Modern Landscape



Machine Learning (ML) Systems:

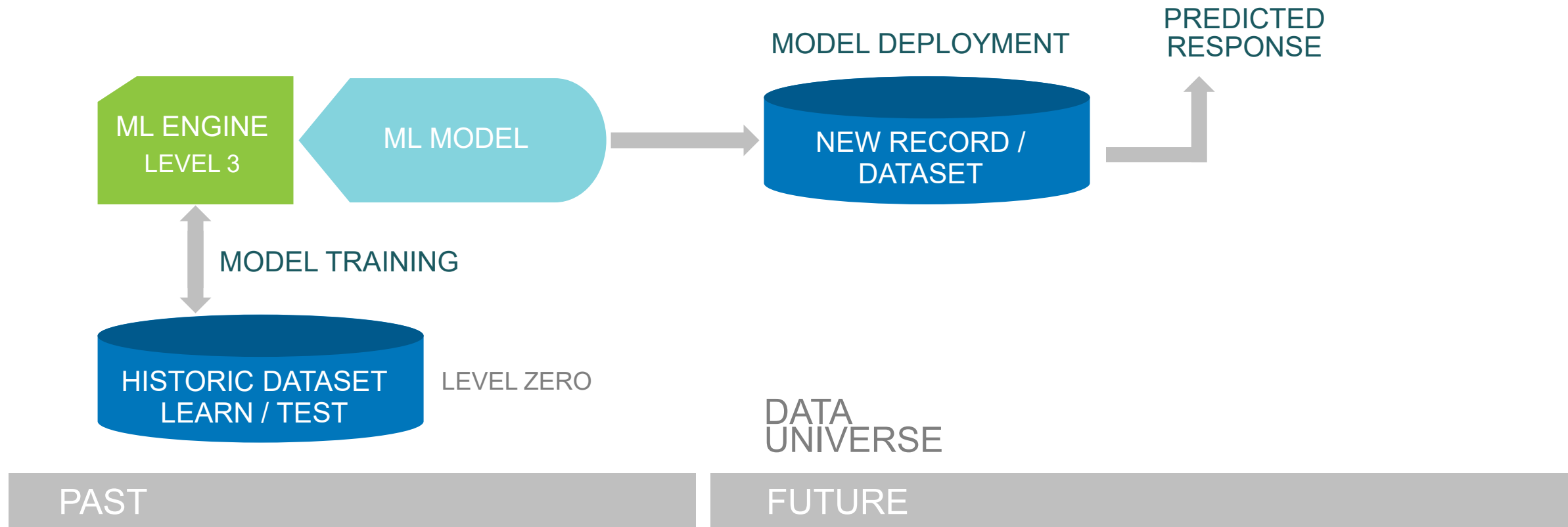
- ML is a subset of AI that focuses on developing algorithms and models that enable computers to learn from data.
- Types of ML systems include **supervised learning (PA)**, unsupervised learning, and reinforcement learning.

Neural Networks:

- Inspired by the human brain, neural networks are a key component of many AI systems.

NUMBERS

Machine Learning Process



Machine Learning in Manufacturing

- Quality Control and Defect Detection
- Fault Diagnosis
- Predictive Maintenance
- Process Optimization
- Demand Forecasting
- Supply Chain Risk Prediction
- Yield Prediction
- Energy Consumption Prediction



Example: Predicting Equipment Failure

- Problem

Predict the probability of a machine failure based on the current operating conditions (real-time sensor data)

Impact

Capture the problem before things blow up!



Example: Steel Plate Fault Detection

- Problem

Automatic detection of surface defects during steel manufacturing process using real time sensor and process-derived measurements

Impact

Reduce waste of material and resources



OEE – Overall Equipment Effectiveness

- A key metric that measures how efficiently and effectively manufacturing equipment is utilized
- Percentage of planned production time that is truly productive
- Components:
 - Availability
 - Performance/Speed
 - Quality



Major Hurdles to Digital Transformation

- Reluctance (fear) to adopt innovation
- Not understanding the actual business need
- Accommodating technology for the sake of technology
- New Features/Capability over Reliability
- Gathering the data we don't need
- Don't gathering the data we do need
- Fundamental limitations of machine learning
- Moore's law yielding to the 80/20 rule
- Regulatory constraints (emissions, etc.)



GPT: Generative Pretrained Transformer



- Genuine **revolution in Data Analytics** ability to communicate with the machines using natural human language (**conversational retrieval**)
- **Transformer** technology introduced by Google to convert words to word vectors
- **Pretrained** on humongous volume of various on-line text sources
- **Generative** – sequential generation of words to produce large blocks of text
- Made computationally feasible by the advent of **GPUs** and large parallel processing arrays

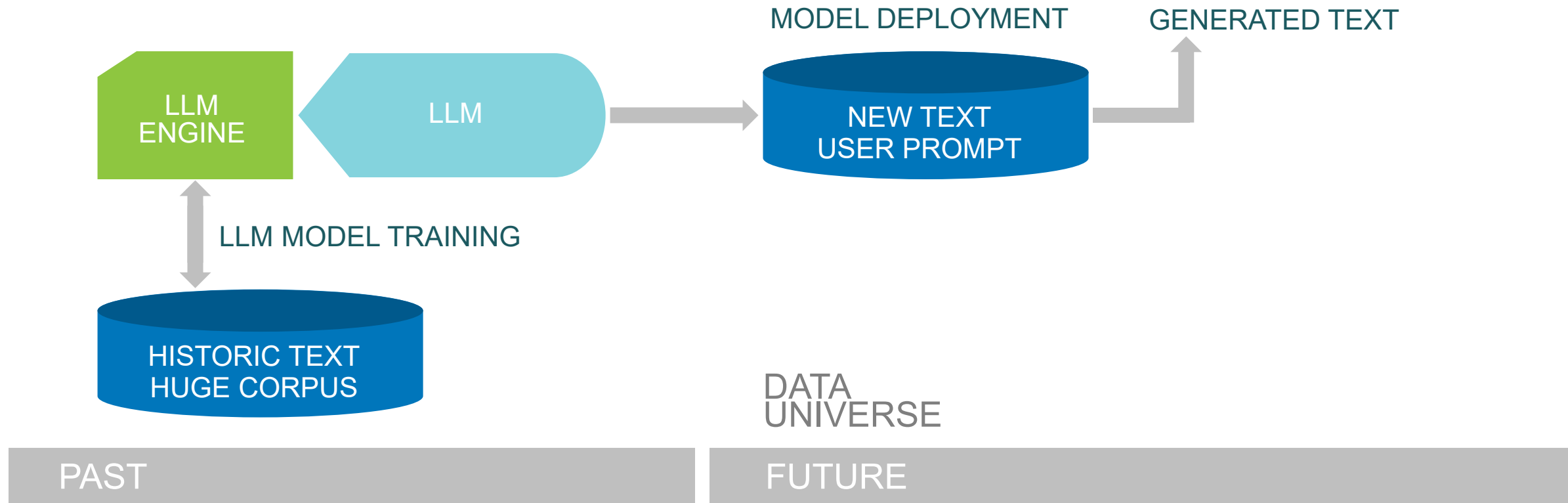
TEXT

Training Corpora in Perspective

ALL GPT models are trained on a human-supplied source text!

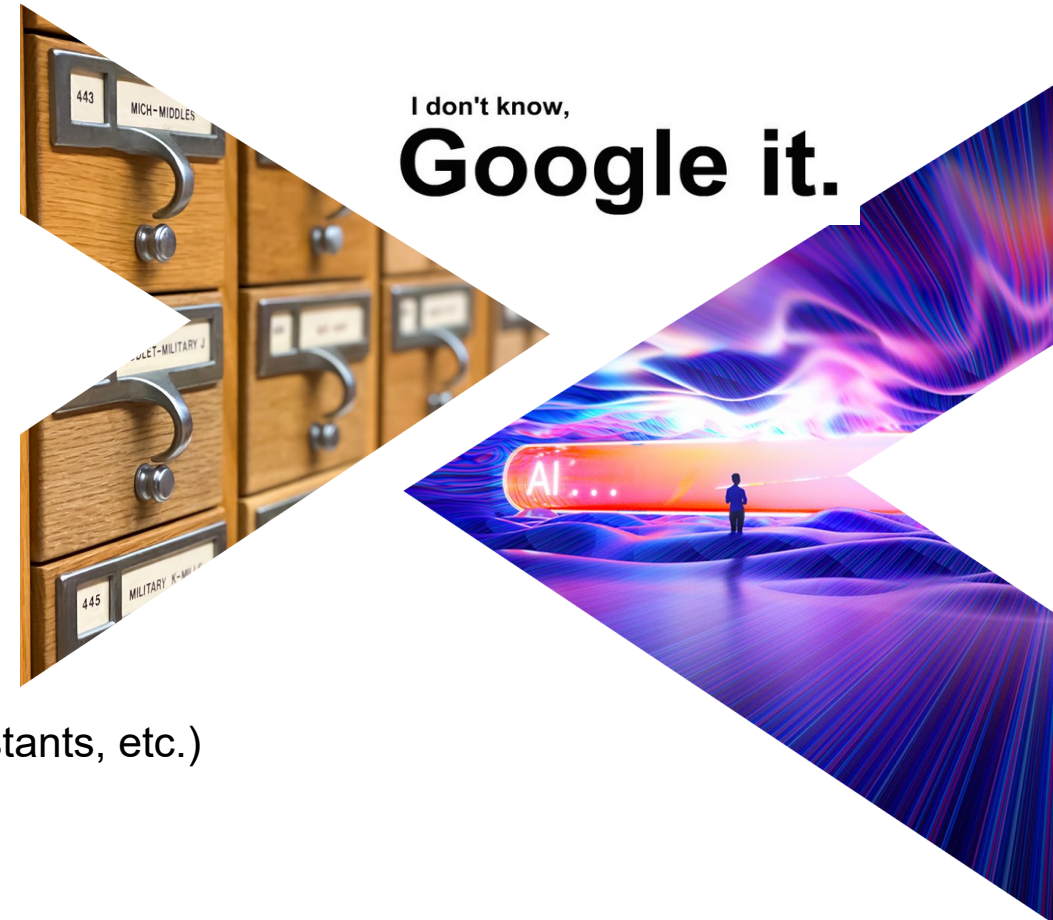
- The Complete Works of William Shakespeare (or the Bible)
 - 0.006G (3 months of reading)
- Babylonian Talmud
 - 0.040G (1.5 years of reading)
- Complete works of Vladimir Lenin
 - 0.100G (4 years of reading)
- Encyclopedia Britannica
 - 0.250G (10 years of reading)
- GPT-1 (2018)
 - 5G (180 years of reading)
- GPT-2 (2019)
 - 40G (1,500 years of reading)
- GPT-3 (2020)
 - 570G (20,000 years of reading)
- GPT-4 (2023)
 - 5,000G
- GPT-5 (2025)
 - 20,000G
- Wikipedia
 - 500G (Comparable to GPT-3)
- US Library of Congress
 - 100,000G
- Public crawlable web
 - 5,000,000G

Large Language Model Process



GenAI as Information Retrieval System

- **Libraries**
 - As old as ancient Greece and Egypt
 - Culminated in the Library of Congress Classification
- **Pre-digital Mechanization**
(19th-20th centuries: index cards, punch cards, etc.)
- **Early Computerized IR**
(1940s-1960s: Boolean searches, etc.)
- **Search Databases**
(1970s-1980s: electronic abstracts, indices, etc.)
- **Web-search era**
(1990s-2000s: Web Crawler, Alta Vista, Yahoo, Google, etc.)
- **Big Data and ML**
(2010s: collaborative filtering, recommender systems, personal assistants, etc.)
- **Generative AI and Conversational Retrieval**
(2020s: ChatGPT and its likes)



How Should We Handle Generative AI?

DIVINATION



INTERROGATION



GenAI in Manufacturing

- Generative Design
(Product Development)
- Synthetic Data Generation
for Training Models
- Process Optimization and Simulation
- Scenario Generation
- Automated Documentation
- Digital Twins



GenAI Fundamental Flaws

- The abrupt end of scalability with the release of GPT 5.0 (Moore's law yielding to the 80/20 rule)
- Creation vs Regurgitation
- Unacceptable Liability (Code Generation vs Medical Advice)
- Hacking and code/prompt injection attacks
- Emotional attachments
- Ethical considerations
- Inherently prone to hallucinations
- Flooding the Data Universe with the superfluous content
 - Amazon book mills
 - Science paper mills
 - Web-bot comments and reviews



What About AGI?

Self-aware AI:

- This refers to hypothetical AI systems with self-awareness and consciousness.

Theory of Mind:

- This is a more advanced form of AI that can understand human emotions, beliefs, intentions, and thoughts.

General AI (Strong AI):

- General AI systems can understand, learn, and apply knowledge across diverse domains.
- They can perform any intellectual task that a human being can do.

Superintelligent AI:

- This is a theoretical AI that surpasses human intelligence in every aspect.

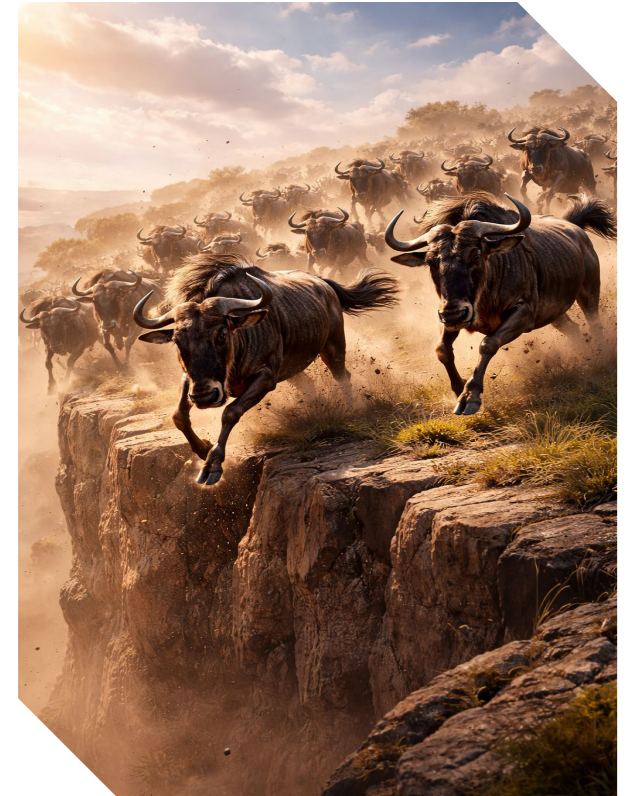
AGI

SCI FI

RELIGION

Obstacles to Reaching AGI

- **Narrow AI (Gen AI) alone is not enough!**
- The world is **open-ended** – the modern AI systems are **closed**
- Five Areas Where Human Intelligence Remains Superior
 - Understanding **language**
 - Understanding the **world**
 - **Adapting** to new circumstances
 - Learning **new things** quickly bypassing data
 - **Reasoning** in the face of incomplete and inconsistent information
- Presence of non-verbal inferred context/information in most human interactions
- The elusive idea of common sense
- Issues of trust and accountability



Agentic AI: Dangerous Crossroads

- **Agentic AI (inductive):** systems that can **act autonomously** to pursue goals, **make decisions** and take multi-step actions **with limited or no human intervention**.
 - Very challenging to develop, maintain, and monitor
 - Rewards speed for scrutiny
 - Trades short term operational gains for long-term lack of resilience
 - Dissolution of trust and accountability
 - May trigger **costly avalanche-like failures**
 - Ignores qualified minority views
 - Maximizes efficiency and minimizes exploration
 - May unintentionally lead to technocratic tyranny



And What About Customer Experience?



Agentic AI: Dangerous Crossroads

- **Hybrid Cognition** as a viable alternative
 - Human intelligence at the center of decision making
 - AI serves as memory assist and cognitive amplifier
 - Interpretation is separated from authority
 - Preserves vigilance and accountability



**A car moves faster
than me ...**



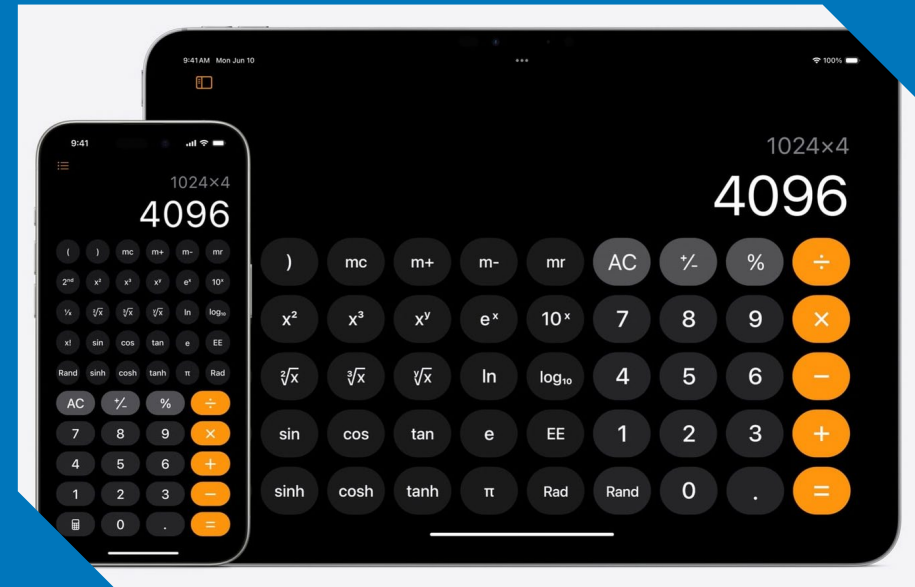
... but it will never fly!

**An excavator lifts
more than me ...**



**... but it will never
build a sandcastle!**

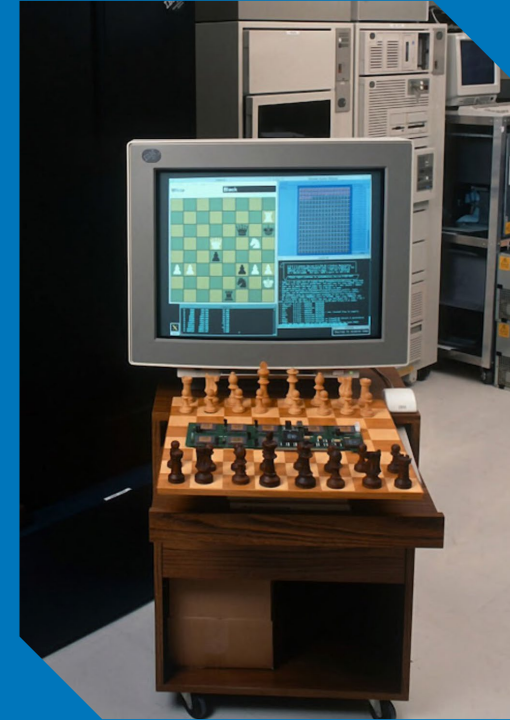
A calculator adds faster
than me ...



... but it will never have
an eureka moment!

**The Deep Blue
computer plays chess
better than me ...**

**... but it will never play
hockey like my son!**



**ChatGPT creates an
illusion of a
relationship ...**



**... but it will never
have a soul!**

“
The only thing more dangerous
than ignorance is arrogance.

Imagination is more important
”
than knowledge.

– Albert Einstein

THE ULTIMATE DANGER

We Become Like AI

Thank you



L'intervenant



Sami Chaabi

Solutions Architect
EMEA South
Minitab

Fort de plus de 20 ans d'expertise en exploitation des données et en statistiques, Sami accompagne ses clients et prospects dans l'optimisation de leurs processus pour atteindre l'excellence opérationnelle.

L'usine cachée

Arrêts non planifiés et pertes de capacité

Session 2



L'usine cachée

- **Quand vos équipements vous rapportent-ils de l'argent ?**
- Lorsqu'ils produisent quelque chose !
- Il est « facile » de voir votre usine : il suffit de regarder l'atelier pour voir tous vos équipements.
- **Mais voyez-vous cette usine cachée ?**
- Celle où apparaissent des problèmes de qualité
- Celle où les machines restent à l'arrêt ou en dessous des objectifs de production ?
- Comment pouvons-nous mettre cette usine cachée en lumière ?



Etude de cas – Senior Aerospace AMT

- Fabricant leader de composants structurels aéronautiques
- Processus d'usinage et d'assemblage
- 33 machines réparties sur la production
- Ils « savaient » qu'ils ne fonctionnaient pas à pleine efficacité, mais comment le prouver ?



[Lire l'étude de cas en ligne >](#)

Etude de cas

Optimisation du taux d'utilisation et suivi des machines

AMT senior
Aerospace



Composants structurels aéronautiques



Processus d'usinage et d'assemblage



33 machines



Sous-capacité : prouver les inefficacités opérationnelles



Etude de cas Problématique



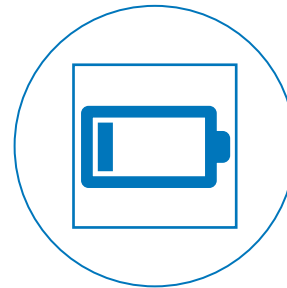
Collecte des données
manuelle, fastidieuse



Faible visibilité
des temps d'arrêt



Pas de comparaison
Temps réel/temps prévu




Capacité mal maîtrisée


Etude de cas Solution

Données temps réel 

 Causes racines des arrêts

Utilisation et débit accrus 


Profit

 TRS standardisé

 Tableaux de bord dynamiques
Interface opérateur (ODI)

Déploiement de la plateforme de monitoring industriel Scytec DataXchange

Etude de cas Résultats

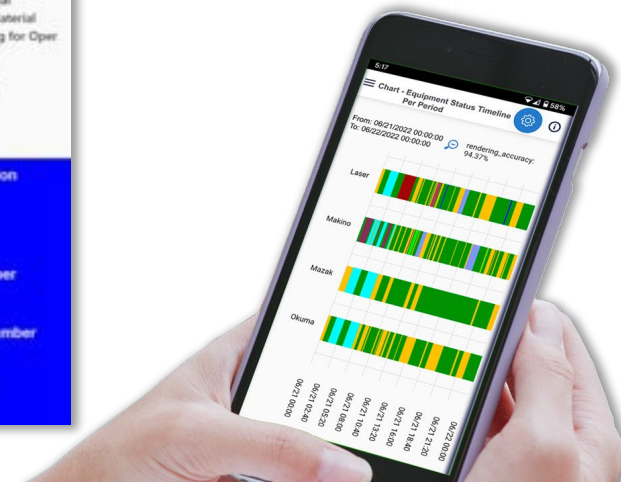
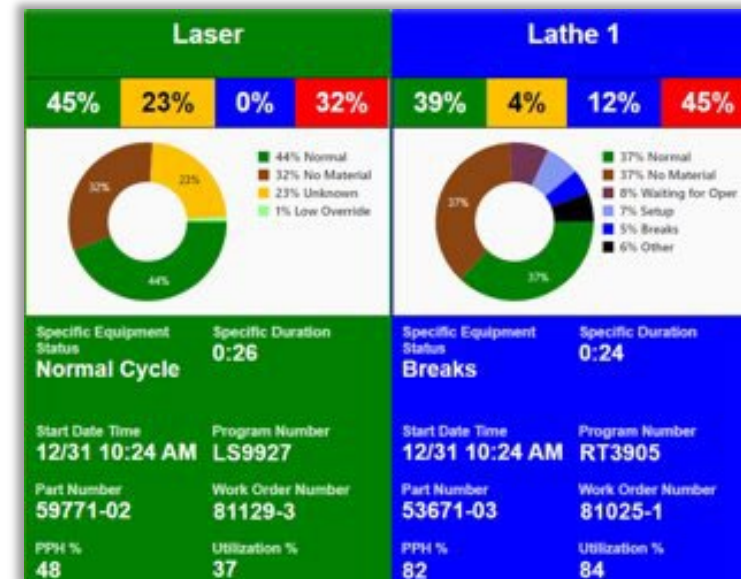
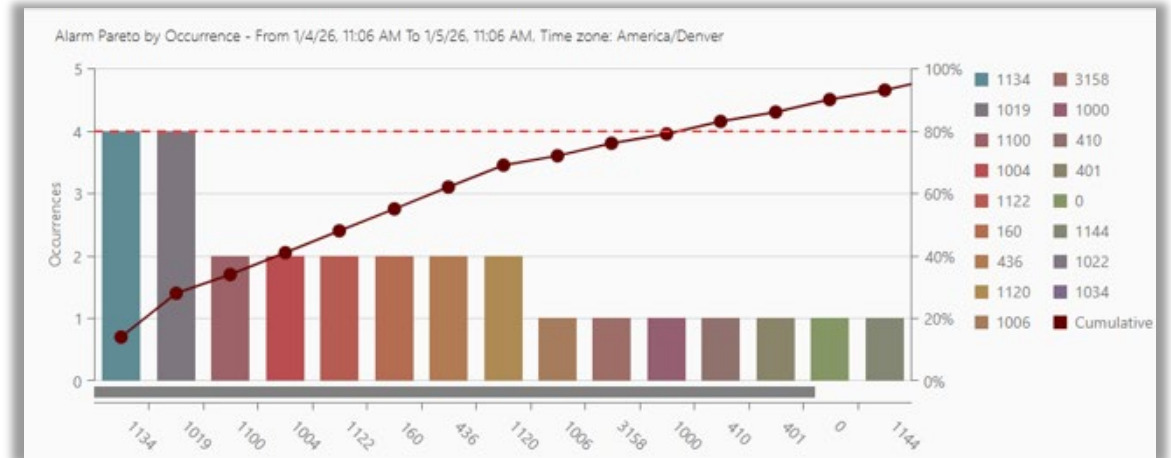


+ 15 à 20 % de taux d'utilisation

Suppression des causes d'arrêt

Amélioration de la capacité de production

Suivi continu de la performance de l'atelier



Etude de cas

Le retour d'AMT



Tom Anderson d'AMT :

« Nous avons pu mesurer à quel point de petites interruptions s'accumulent rapidement en importants temps d'arrêt. »

« Nous n'aurions certainement pas eu une vision aussi claire du taux de rendement synthétique ni de la capacité des machines (sans DataXchange). »

Acquisition des données



Sources des données



- Fabrication discrète
 - Usinage
 - Fabrication additive, moulage
 - Assemblage
 - Emballage
- Machines connectées CNC, PLC et instruments de mesure manuels
- Systèmes pouvant être classés en états distincts
 - Fours fonctionnels à une température spécifique
 - Poste d'inspection

Collecte des données

- Collecte automatique : équipements modernes
 - Connexion Ethernet
 - Fanuc
 - Mazak
 - Siemens
 - Okuma
 - Heidenhain
 - OPC UA
- Équipements anciens et manuels
 - SRC : Contrôleur de relais d'état
(Status Relay Controller)



Interface de données opérateur (ODI) DataXchange



Donner une voix à l'opérateur

- ✓ Interface simple
- ✓ Saisie facile des temps d'arrêt
- ✓ Messages sur tableaux de bord
- ✓ Alertes par email, SMS, message Teams
- ✓ Accès contrôlé aux fonctionnalités sur autorisation

The screenshot displays the Minitab EXCHANGE ODI interface for a supervisor. The interface is divided into several sections:

- supervisor** (top left header)
- Unplanned Downtime** (red bar)
- Planned Downtime** (dark grey bar)
- In Cycle** (green bar)
- Work Order** (dark grey bar)
- Part Number** (dark grey bar)
- Good Part** (green bar)
- Scrap Part** (red bar)
- Custom Command** (dark grey bar)
- User** (dark grey bar)
- Okuma** (yellow bar) with **Unknown Downtime** and a duration of **0:01:51**
- Assembly** (pink bar) with **No Material** and a duration of **1420:06:26**
- Saw** (green bar) with **Normal Cycle** and a duration of **0:00:05**
- Makino** (green bar) with **Normal Cycle** and a duration of **0:03:59**

The right side of the interface shows a detailed view for the **Okuma** machine:

- Alarm** (red bar)
- Electrical** (yellow bar)
- Excess Setup** (orange bar)
- M0 - Waiting for Operator** (brown bar)
- Maintenance** (orange bar)

Time Stamp: 01/05/26 3:19 PM

Buttons: **Modify Time Stamp**, **Note History**, **Start New Status**, **End Current Status**

Notes section: Active Equipment Status Notes

Status	Duration
Unknown Downtime	0:01:51

Part Number	Work Order
53671-03	WO-64005

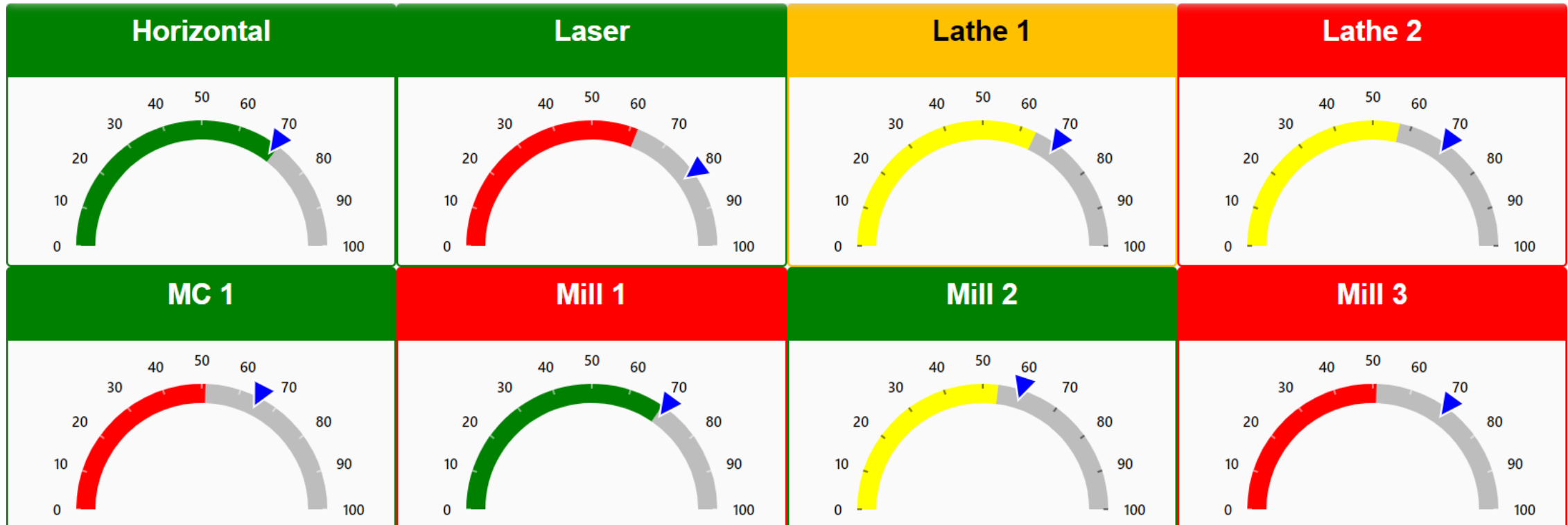
PPH Plan	Good Parts
919	823

PPH %	Scrap Parts
89.9	3

Tableaux de bord DataXchange

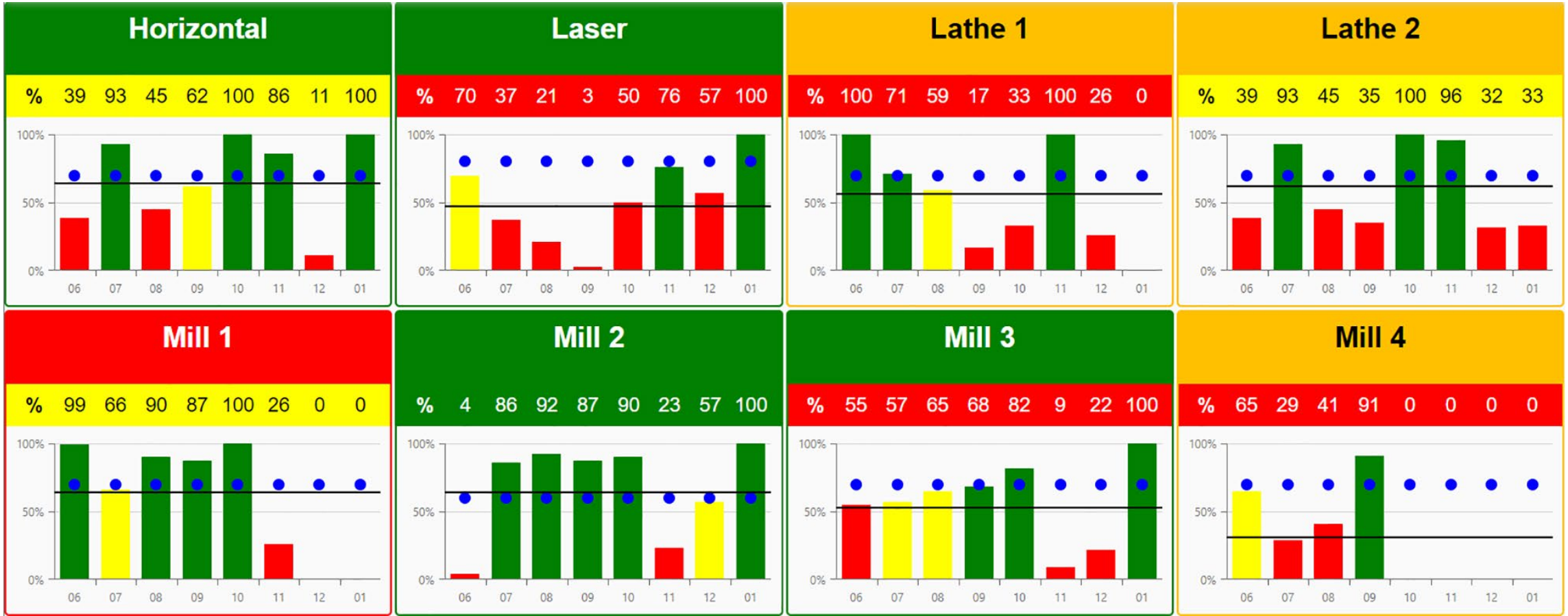


Exemples de tableaux de bords – Utilisation des équipes/services

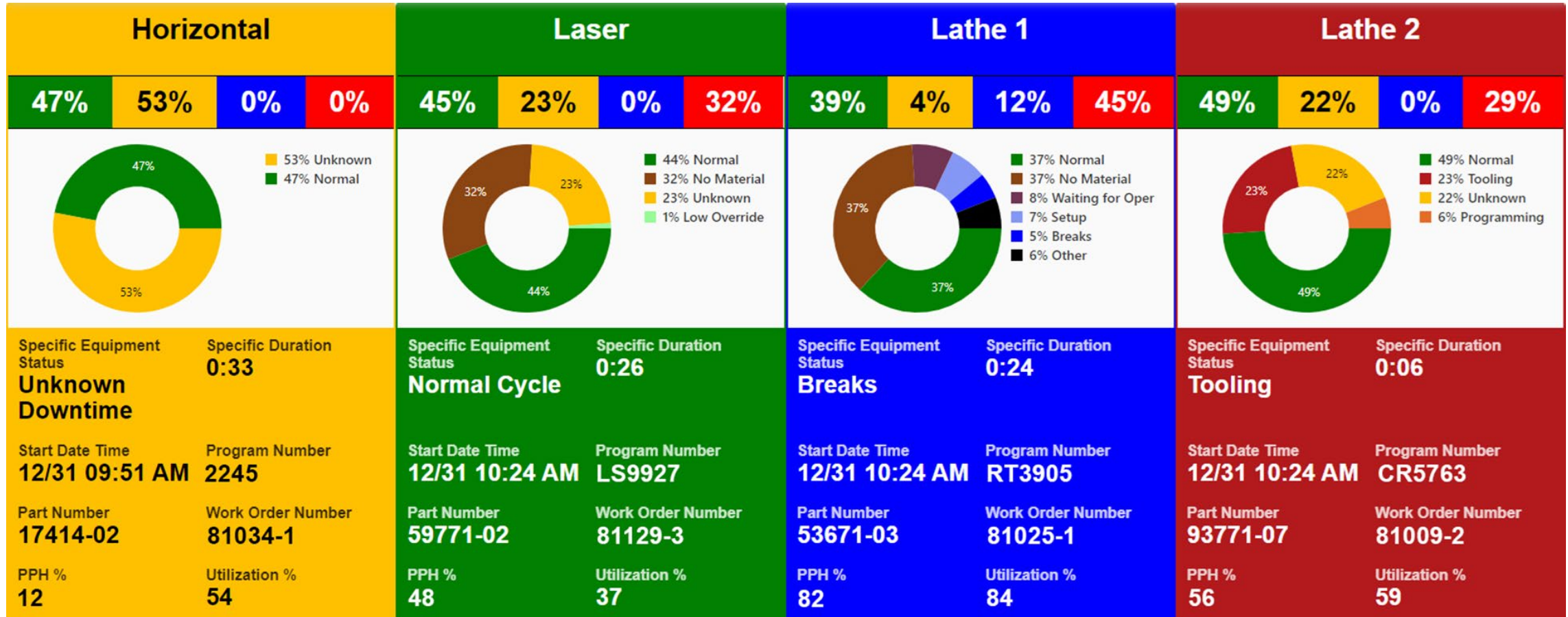


Exemples tableaux de bords

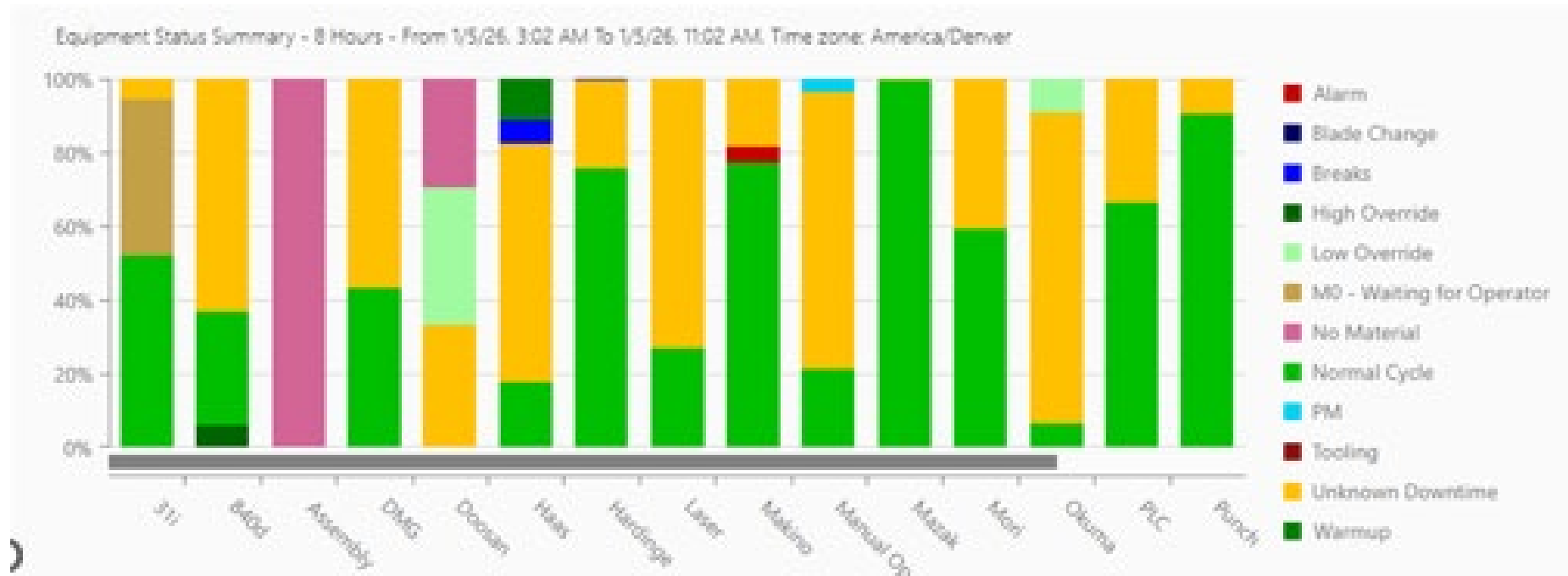
Utilisation horaire



Exemples tableaux de bords Statut des équipements



Exemples tableaux de bords Dernières 8 heures



Totaux pour chaque statut

Etude de cas

Faible volume / forte diversité
Production pilotée par l'opérateur

Vs.

Volume élevé / faible diversité
Production automatisée « lights out »



Production pilotée par l'opérateur

- Environnements à faible volume / forte diversité courants
- Nombreux réglages et configurations machines
- Collecte automatique des données depuis les équipements
- Utilisation de l'interface opérateur
- Notifications par e-mail, SMS ou Teams automatiques :
 - Arrêt machine
 - Inactivité
 - Paramètres de correction (« overrides »)
 - Temps de configuration excessif



Etude de cas - Problématique

Manes Machine & Engineering Co.

- Difficulté à répondre à la demande croissante des clients du secteur aéronautique.
- Manque de visibilité sur l'état réel des machines (en fonctionnement ou à l'arrêt).
- Absence de données fiables sur l'utilisation des équipements Mazak, Makino et Okuma.
- Difficulté à identifier les pertes de performance et les opportunités d'amélioration.
- Prise de décision limitée par le manque d'informations opérationnelles en temps réel.



[Lire l'étude de cas en ligne >](#)

Etude de cas - Solution

Manes Machine & Engineering Co.

- Déploiement de la plateforme de monitoring industriel Scytec DataXchange.
- Collecte automatique et centralisée des données machines en temps réel.
- Mise à disposition de tableaux de bord personnalisables pour suivre :
 - le statut des équipements,
 - les taux d'utilisation,
 - les temps d'arrêt,
 - les alarmes et indicateurs de performance.
- Visibilité complète sur les opérations de production.
- Base solide pour piloter l'amélioration continue à partir de données factuelles.



Etude de cas - Résultats

Manes Machine & Engineering Co.

- Augmentation immédiate de **10 à 20 %** du **taux d'utilisation** des machines.
- Progression jusqu'à **30 % d'amélioration** grâce à l'exploitation continue de la solution.
- Gains significatifs en :
 - productivité,
 - efficacité des équipements,
 - planification,
 - collaboration des équipes,
 - performance des processus.
- Adoption d'une culture de décision fondée sur les données.
- Meilleure capacité à satisfaire la demande client et à soutenir la croissance de l'activité.



Etude de cas - Témoignage

Manes Machine & Engineering Co.

Kyle Isker – Directeur general

« Nous avons constaté une augmentation immédiate de 10 à 20 % du temps de fonctionnement des machines, simplement en affichant les périodes d'arrêt des machines. Depuis, je dirais que nous avons observé une augmentation minimale de 30 % directement attribuable à DataXchange.

Scytec DataXchange nous a fourni les informations nécessaires pour prendre des décisions fondées sur les données, ce qui a conduit à une meilleure utilisation des machines et à une augmentation globale de la productivité. »



Production sans surveillance / automatisée (« lights out »)

- Les environnements à fort volume / faible diversité sont courants
- L'interface opérateur n'est pas utilisée
- Collecte automatique des données depuis les équipements
- Des notifications par e-mail, SMS ou Teams peuvent être utilisées pour signaler des événements
- Arrêt des machines
- Alarmes
- Capteurs d'incendie
- Capteurs de fuite de liquide de refroidissement



Mode d'emploi



La communication est la clé



Ne considérez pas le suivi des machines ou le TRS (OEE) comme l'objectif en soi.



Le suivi des machines et le TRS (OEE) sont des fonctionnalités.



Tout communique dans les deux sens avec DataXchange.



DataXchange est un système de communication...

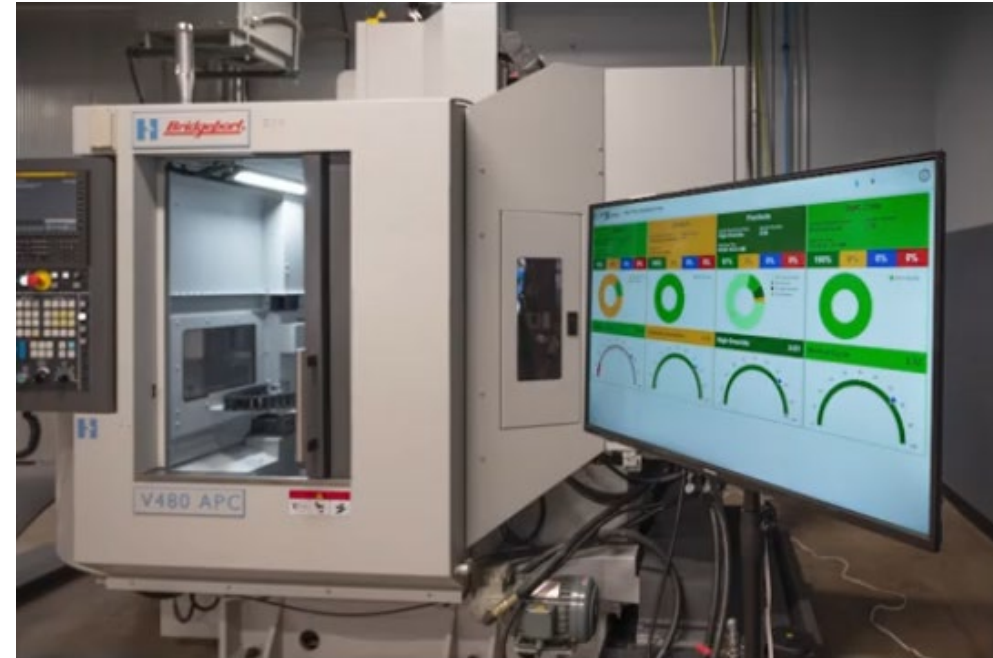


Si nous communiquons mieux, nous avons davantage de chances de réussir !

Machine Data, Operator Interface, Dashboards, Notifications, etc.
Management communicates back to the shop floor

Comment les clients utilisent DataXchange ?

- Faites de l'utilisation des données une partie intégrante de votre travail, et non une tâche supplémentaire à accomplir
- Utilisez les données lors des réunions de changement d'équipe et des tournées Gemba
- Affichez des tableaux de bord dans la salle des réunions quotidiennes de production



Comment les clients utilisent DataXchange ?



Comment les clients utilisent DataXchange ?

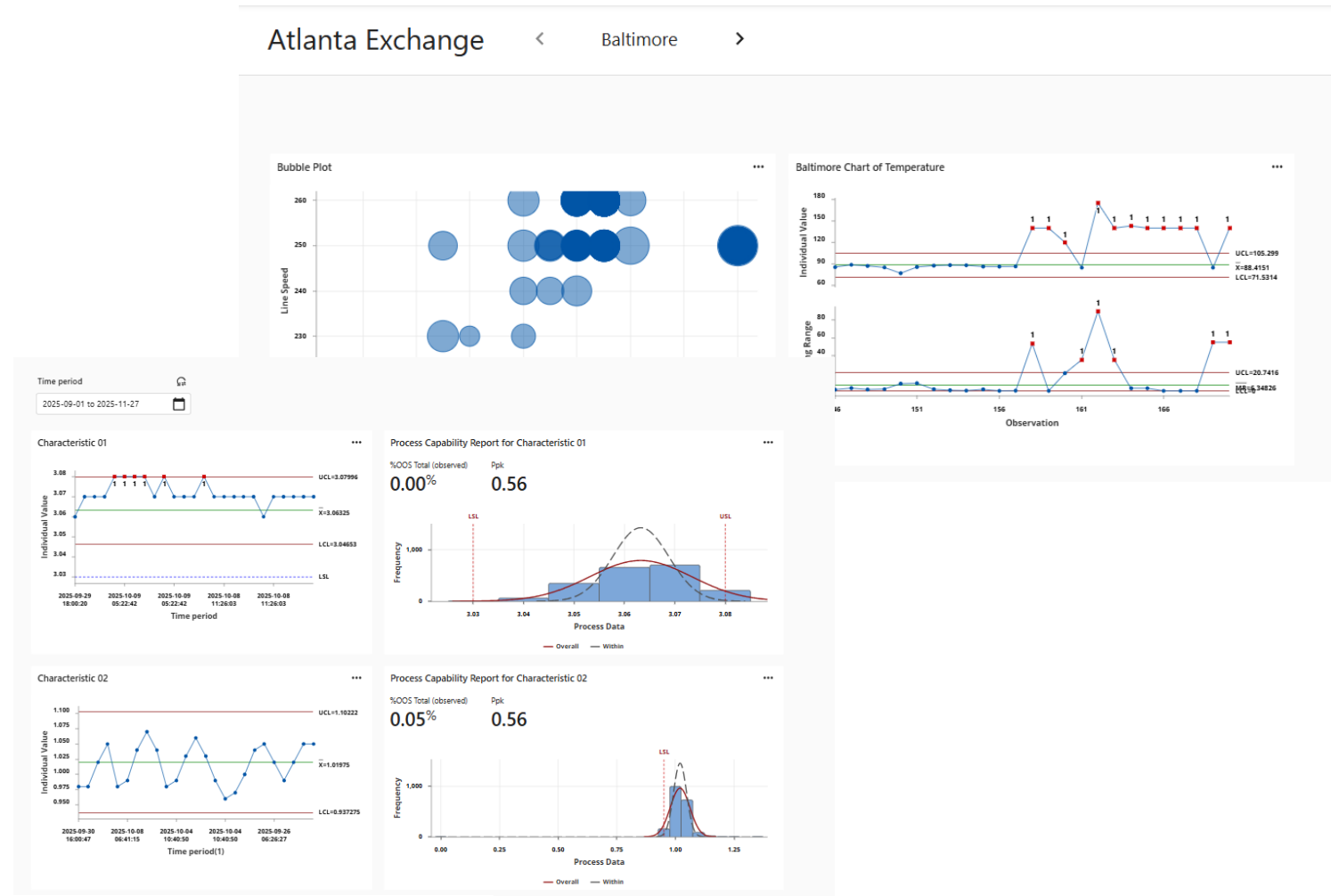
- Mettre les données en visibilité
Tableaux de bord
 - Sur l'atelier de production
 - Dans la salle de pause
 - Dans les salles de réunion
- Utiliser efficacement les notifications



Données Machine & qualité des données

Les usines fonctionnent grâce aux données d'usinage et aux données qualité

- Les données qualité issues du SPC en temps réel ou de la collecte de données Prolink peuvent être collectées automatiquement du côté qualité
- DataXchange peut automatiquement extraire les données des équipements de production
- Unifier ce qui se passe sur l'atelier de production avec la manière dont cela se déroule permet d'obtenir de véritables informations exploitables.



Les points à retenir



Les environnements de fabrication évoluent rapidement



La gestion par les données n'est plus un avantage concurrentiel



L'utilisation des données est nécessaire pour rester compétitif...



Faites confiance à **Minitab**[®] pour vous aider à explorer ces options



Points
clés

Merci



Variabilité des processus – le tueur silencieux de profit

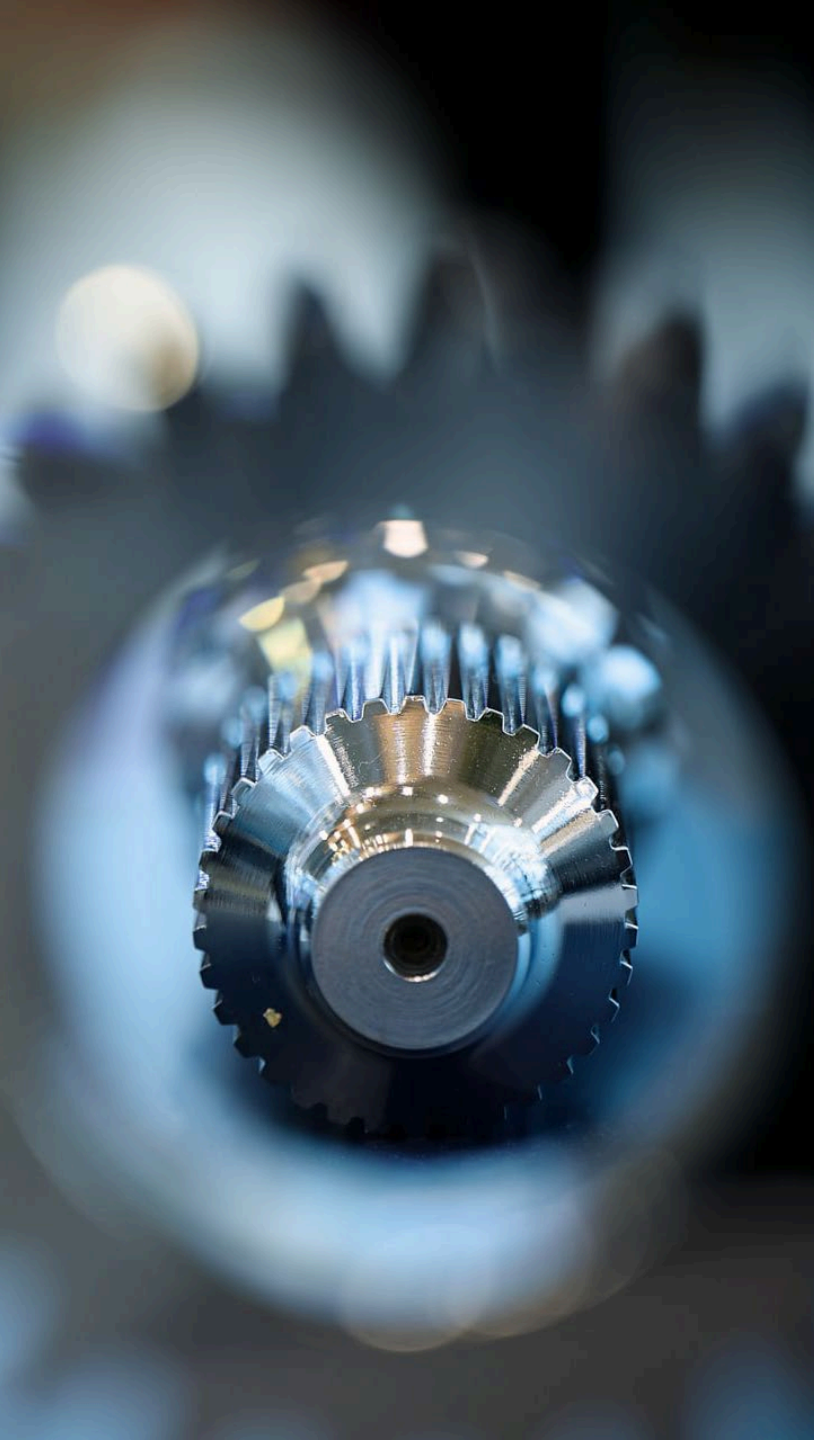
Session 3



Où perdez-vous du profit ?



Derrière tous ces enjeux : la variation des procédés



Facteurs de la variation



Collecte de données irrégulière, peu fiable



Décisions au jugé



Variabilité des propriétés des matériaux



Usure des équipements non suivie



Facteurs environnementaux



Écarts de réglage



Manque de données

« Sans données... ce n'est qu'une opinion de plus. » *(W. Edwards Deming)*



La collecte de données est ESSENTIELLE pour prendre des décisions éclairées

- Les données collectées doivent être :
- Disponibles en temps voulu
- Précises et cohérentes
- Exemptes d'erreurs opérateur
- Centralisées
- Dans un format commun
- Faciles à partager



**Sans données...
ce n'est qu'une
opinion de plus.**

W. Edwards Deming

Derrière tous ces enjeux : la variation des procédés

Not collecting
the right data

Data quality is
inconsistent

Data exists in
siloes

Digital Thread is
incomplete

Que peuvent nous apprendre les données ?



PRÉSENT

Comprendre ce qui se passe maintenant

- > Qu'est-ce qui se passe « maintenant » ?
- > Qu'est-ce qui s'est passé dans une période récente ?



PASSÉ

Apprendre des données historiques et des performances

- > Que peuvent nous apprendre les données historiques ?
 - ✓ Processus à long terme
 - ✓ Informations spécifiques



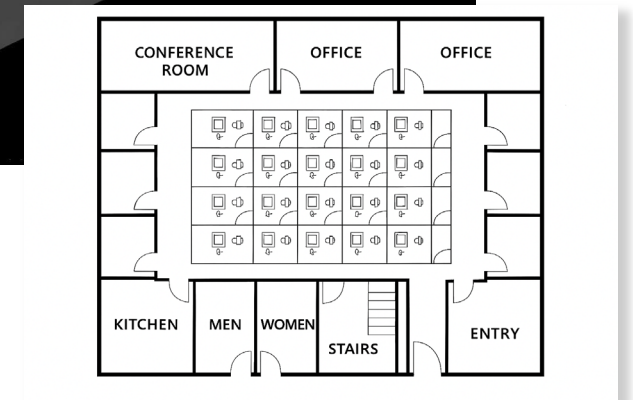
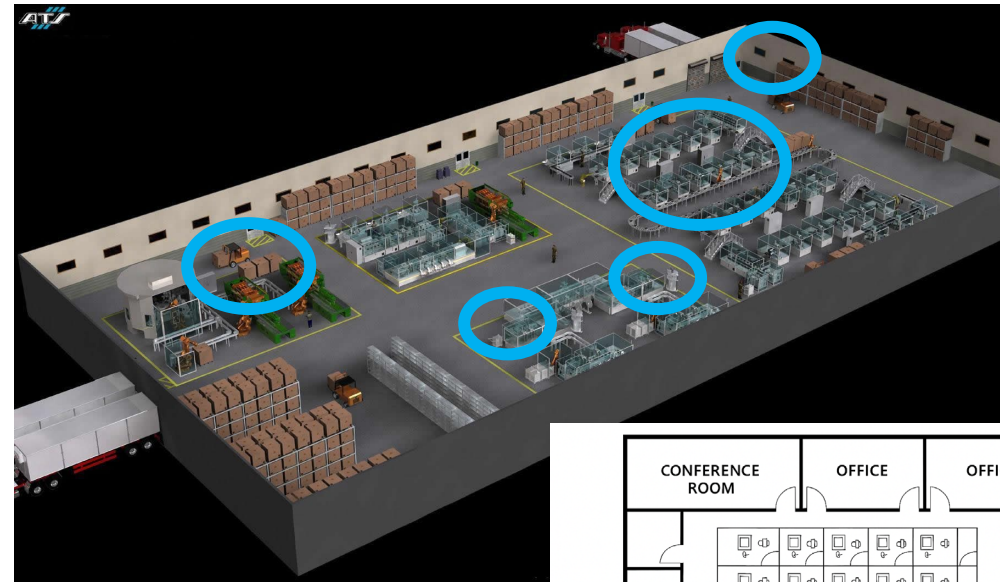
FUTUR

Utiliser les analyses pour orienter l'entreprise vers un meilleur avenir

- > Comment les données collectées peuvent-elles aider une entreprise à aller de l'avant ?

L'USINE connectée

- Contrôle réception
- Atelier d'usinage
- Atelier de moulage
- Contrôle final Ingénierie et direction (2^e étage)



Comment chaque département est-il connecté ?



Responsables à tous les niveaux



Surveillez l'ensemble de votre usine avec chaque département

représenté par des graphiques faciles à visualiser



Des tableaux de bord faciles à lire avec des fonctions de filtrage avancées

pour aller à l'essentiel des problèmes

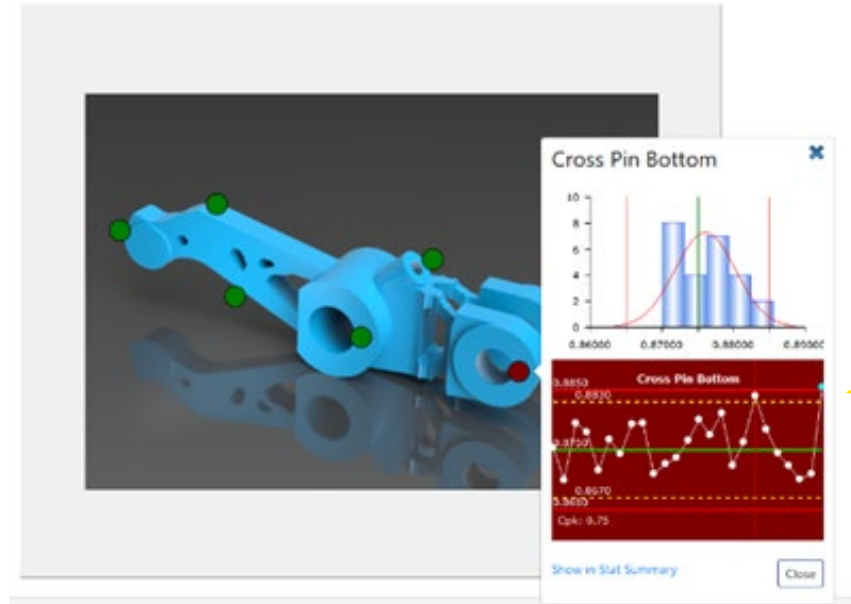


Surveillez l'efficacité de vos équipements et identifiez des leviers d'amélioration



Que peuvent nous apprendre les données ?

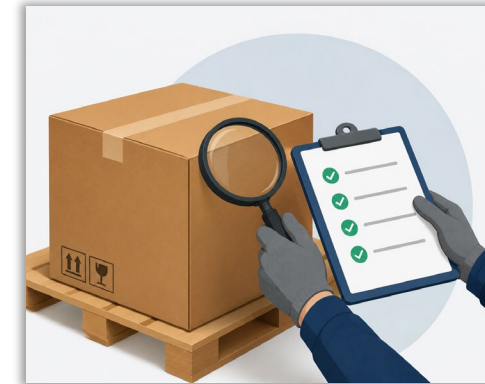
- Vue globale de l'usine et statut par département
- Identifier la cause racine du problème



Solutions pour le contrôle à réception

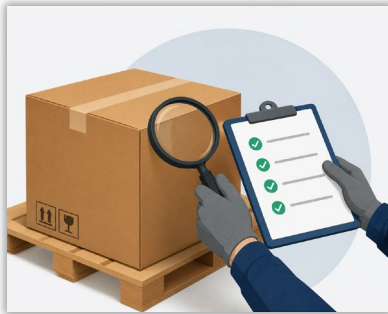
Les défis

- Mesures enregistrées sur papier
- Résultats d'inspection déconnectés des données de production en aval
- Visibilité limitée de la performance des fournisseurs dans le temps

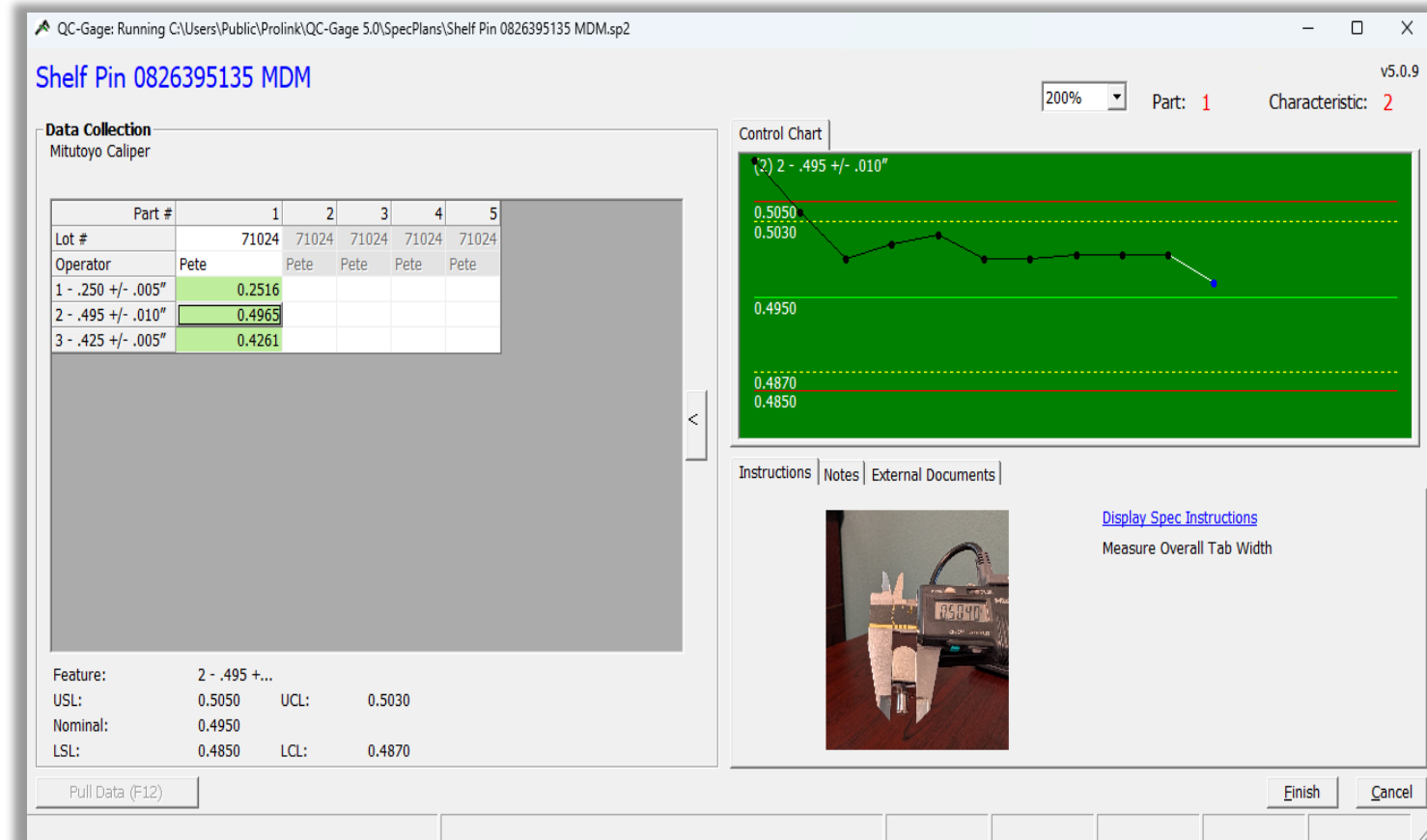


Sans données connectées, le contrôle à réception devient une simple activité de conformité (acceptation/rejet) plutôt qu'une source d'information permettant de comprendre et de maîtriser la variabilité des processus.

Solutions pour le contrôle à réception- Solutions



En capturant automatiquement les données d'inspection et en les reliant aux informations sur les fournisseurs et les matériaux, les fabricants obtiennent une visibilité sur les variations avant qu'elles n'entrent dans le processus de production.



Contrôle réception



Les mesures de contrôle réception vérifient les composants bruts et les composants terminés.



Machine à mesurer tridimensionnelle (MMT) pour les pièces forgées et imprimées 3D



Outils manuels et vidéos pour les petites pièces



Données collectées utilisées pour les audits fournisseurs et pour garantir la disponibilité de matières conformes suffisantes pour soutenir la production

Contrôle réception

QC-Gage: Running C:\Users\Public\ProLink\QC-Gage 5.0\SpecPlans\Shelf Pin 0826395135 MDM.sp2

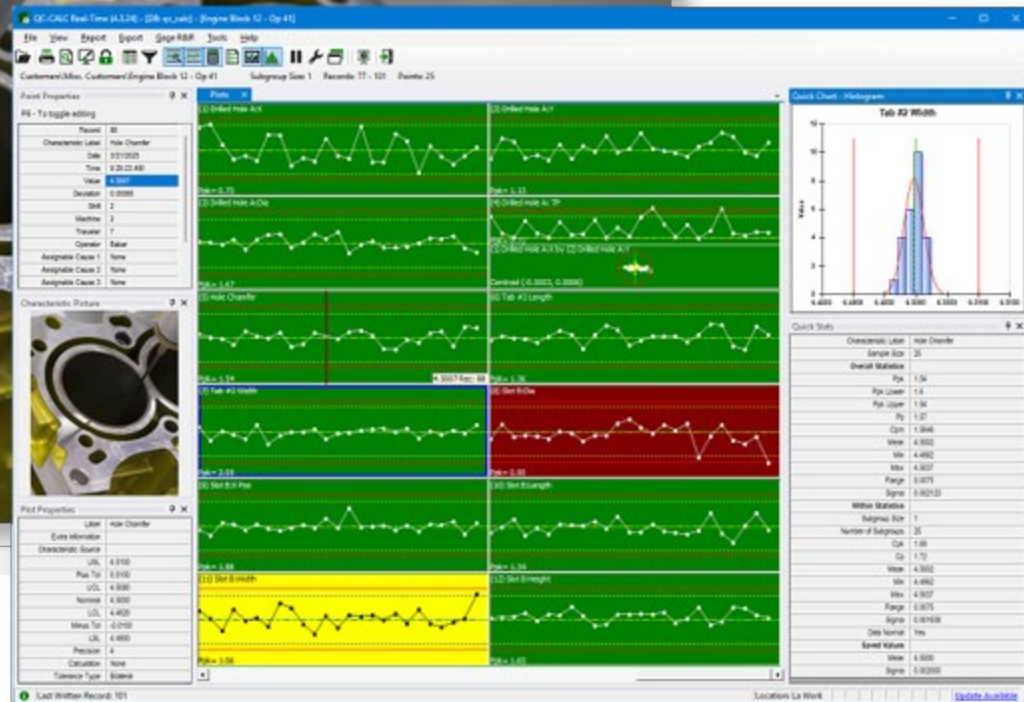
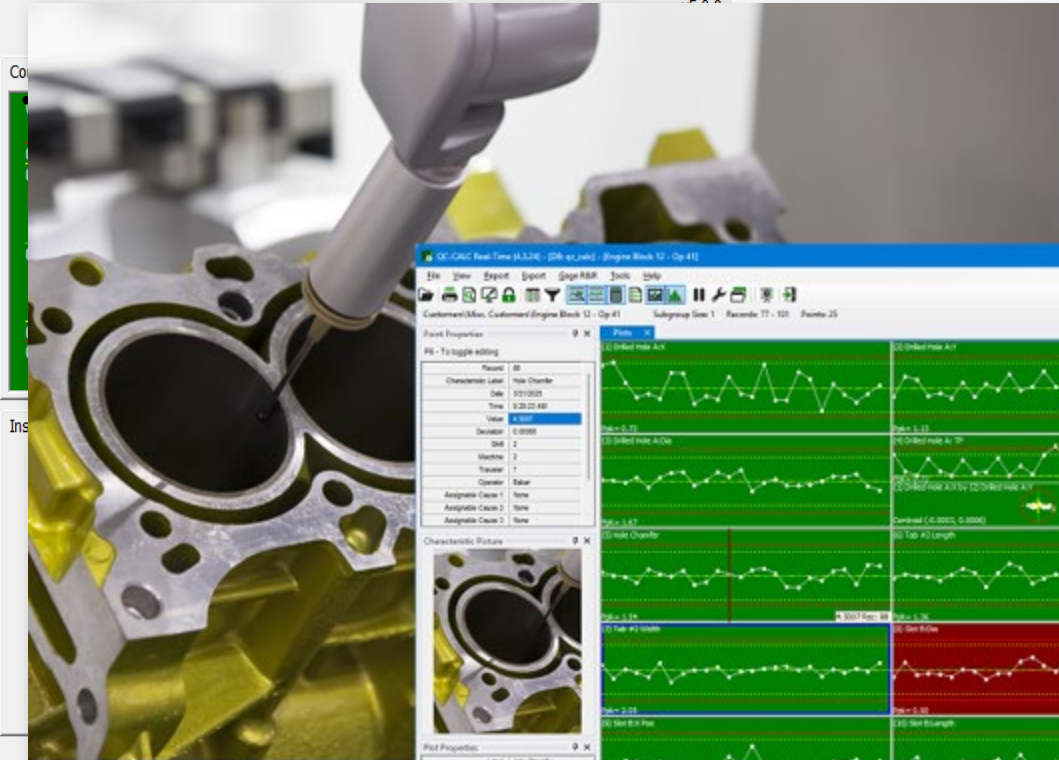
Shelf Pin 0826395135 MDM

Data Collection
Mitutoyo Caliper

Part #	1	2	3	4	5
Lot #	71024	71024	71024	71024	71024
Operator	Pete	Pete	Pete	Pete	Pete
1 - .250 +/- .005"	0.2516				
2 - .495 +/- .010"	0.4965				
3 - .425 +/- .005"	0.4261				

Feature: 2 - .495 +/- .010"
USL: 0.5050 UCL: 0.5030
Nominal: 0.4950
LSL: 0.4850 LCL: 0.4870

Pull Data (F12)



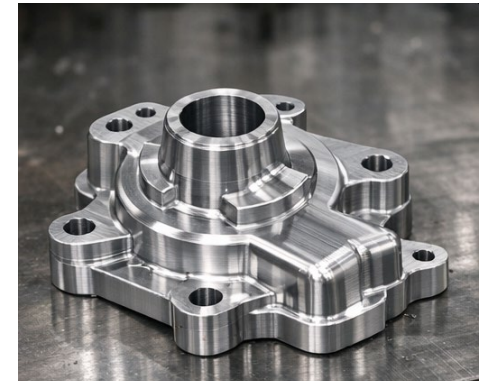
Atelier d'usinage



- **Multiples sources de variabilité**
- **Usure des outils**
- **Variations entre :**
 - Plusieurs broches
 - Plusieurs dispositifs de fixation
 - Dispositifs de maintien des pièces
 - Opérations réalisées sur plusieurs machines
- **Délai dans les résultats**
 - Souvent, les opérateurs apportent leur première pièce à un laboratoire de contrôle pour effectuer les mesures ; il peut s'écouler plusieurs heures avant d'obtenir un retour d'information.
- **Les mesures manuscrites ne permettent pas de visualiser les tendances.**

Usinage

Contrôle intermédiaire à chaque opération pour détecter les pièces en dehors des spécifications

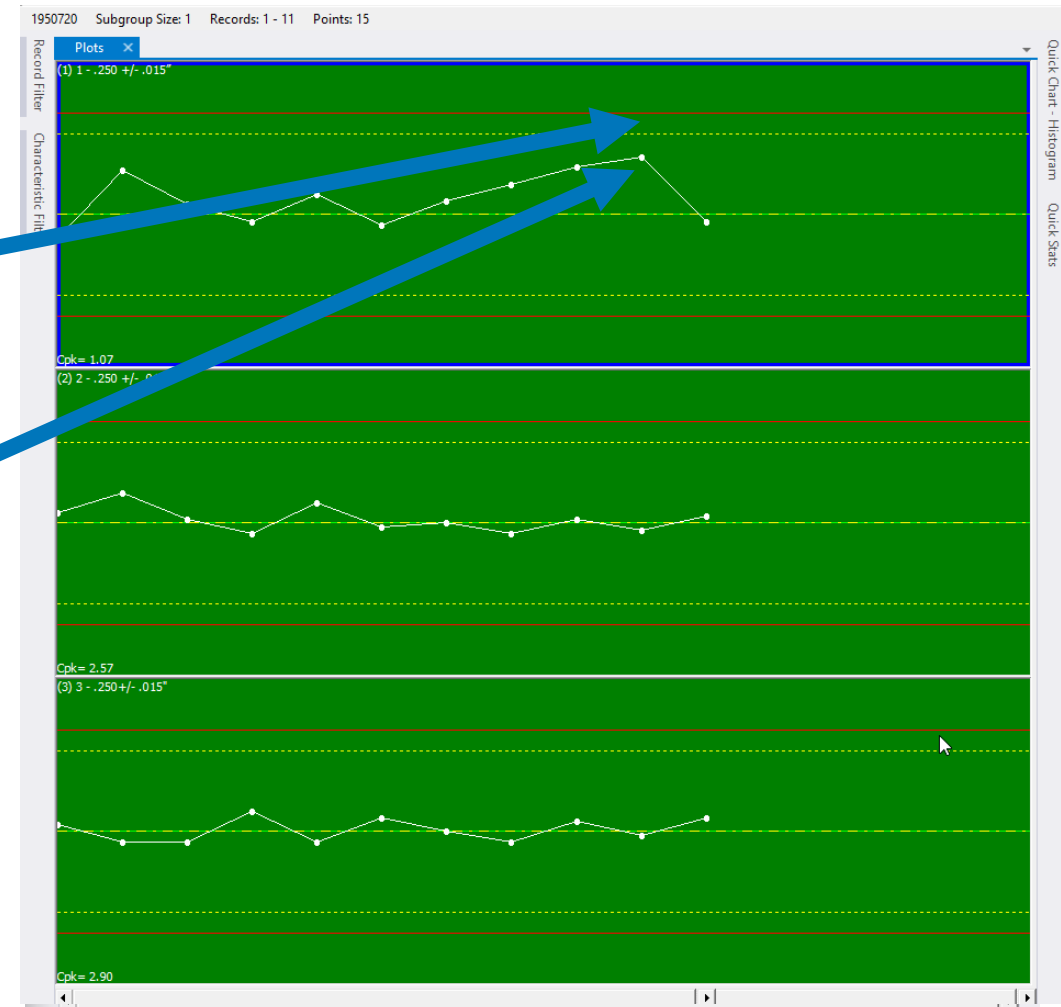


Arrêter l'usinage inutile de pièces déjà non conformes

Usinage

L'impact des données en temps réel

- Retour immédiat aux opérateurs en cas de dérive du procédé ou de non-conformité
- Détection précoce des tendances
- Prévention proactive des rebuts
- Confirmation de la conformité des pièces
- Réduction des coûts liés aux rebuts



Moulage Défis

- Procédé sensible aux réglages
- Variabilité élevée
- Données difficilement exploitables
- Causes racines mal identifiées
- Optimisation limitée



Moulage Solutions



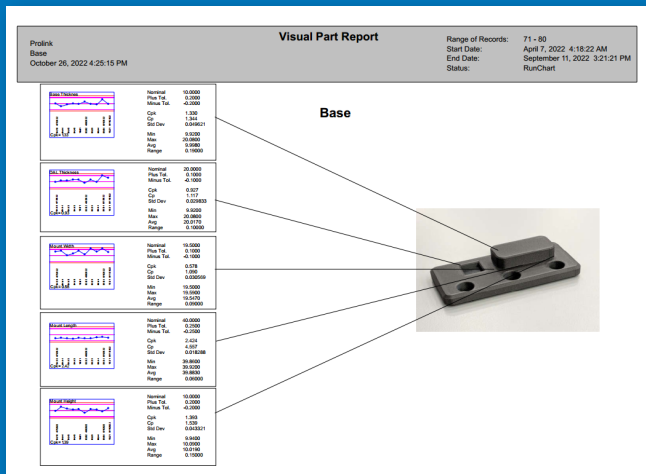
- Connexion native aux principaux PLC
- Données procédé, matière, production et qualité

Corrélation conditions de procédé - qualité produite



Solution pour l'inspection finale

- MMT connectées en temps réel
- Rapports automatisés : PPAP, AS9102, CoA, etc.
- Causes racines identifiées



REQUEST FOR INSPECTION-FIRST ARTICLE INSPECTION
Company ABC, LLC. 12345 EXAMPLE AVENUE N. NEW YORK, NY 10016 (123) 456-7890

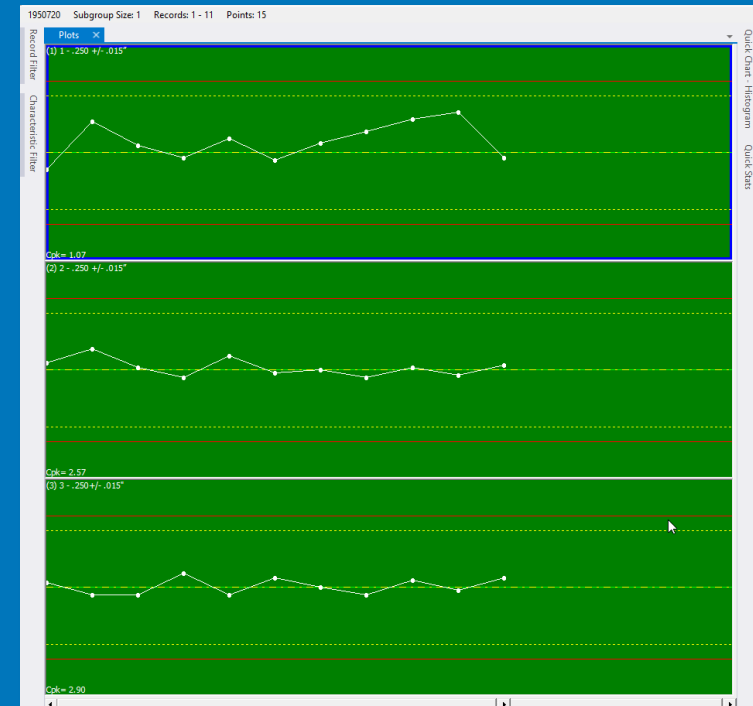
Supplier: DEI Part Description: Rocker Arm Machine Number: 2101 Revision Level: Date Submitted: 10/7/2022 Date Needed: Date Finished: 10/26/2022 15:38

Material #: Material Description: Lot #: Mold: Employee Kasey

Cavitation: First Article Inspection: Criticals Only: Revision Dimensions Only:
 Capability Study: Criticals Plus Revision: Old Revision: New Revision:

TRO / E.I.O# Customer Tooling Modification Tooling Explanation:
 New Tooling Process Changed
 Repair Tooling

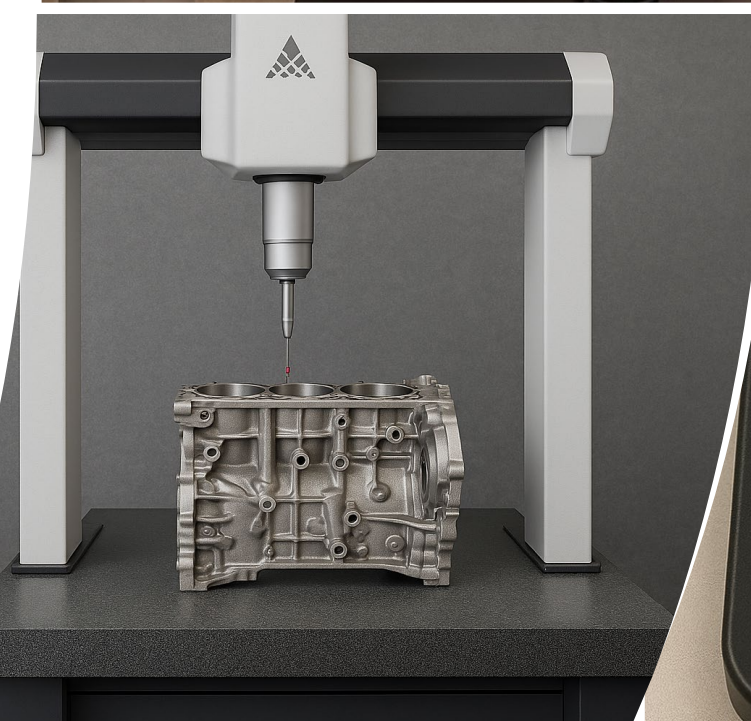
Item	Print Dim.	Nominal	LSL	USL	Equipment	Sample Number					Pass	Fail
						1	2	3	4	5		
Notes						2103	2101	2104	2104	2104		
1	Pivot DIA	0.7500	0.7480	0.7520		0.7498	0.7497	0.7504	0.7495	0.7495		
2	Arm Thickness	0.6000	0.5950	0.6050		0.5993	0.6000	0.5991	0.6016	0.6001		
3	Pivot Bore Width	2.0000	1.9925	2.0075		2.0005	1.9975	1.9997	2.0004	2.0003		
4	Flange Left ID	0.3500	0.3400	0.3550		0.3484	0.3483	0.3508	0.3495	0.3525		
5	Flange Right ID	0.3500	0.3400	0.3550		0.3489	0.3495	0.3496	0.3482	0.3469		
6	Flange Left Thickness	0.7500	0.7485	0.7515		0.7498	0.7504	0.7499	0.7507	0.7496		
7	Flange Right Thickness	0.7500	0.7485	0.7515		0.7499	0.7495	0.7502	0.7496	0.7507		
8	Flange Gap	0.5000	0.4975	0.5025		0.5010	0.5004	0.4998	0.5004	0.5002		
9												



Quelle que soit la solution utilisée...

Une collecte de données cohérente et standardisée est nécessaire à partir de toutes les sources.

- Logiciels de métrologie et pilotes de communication
- Outils de mesure manuels
- Machines de mesure optique et vidéo MMT (CMM)
- Équipements de mesure de forme et de rugosité
- Testeurs de couple et de traction
- Saisie manuelle des données
- Lecteurs de codes-barres



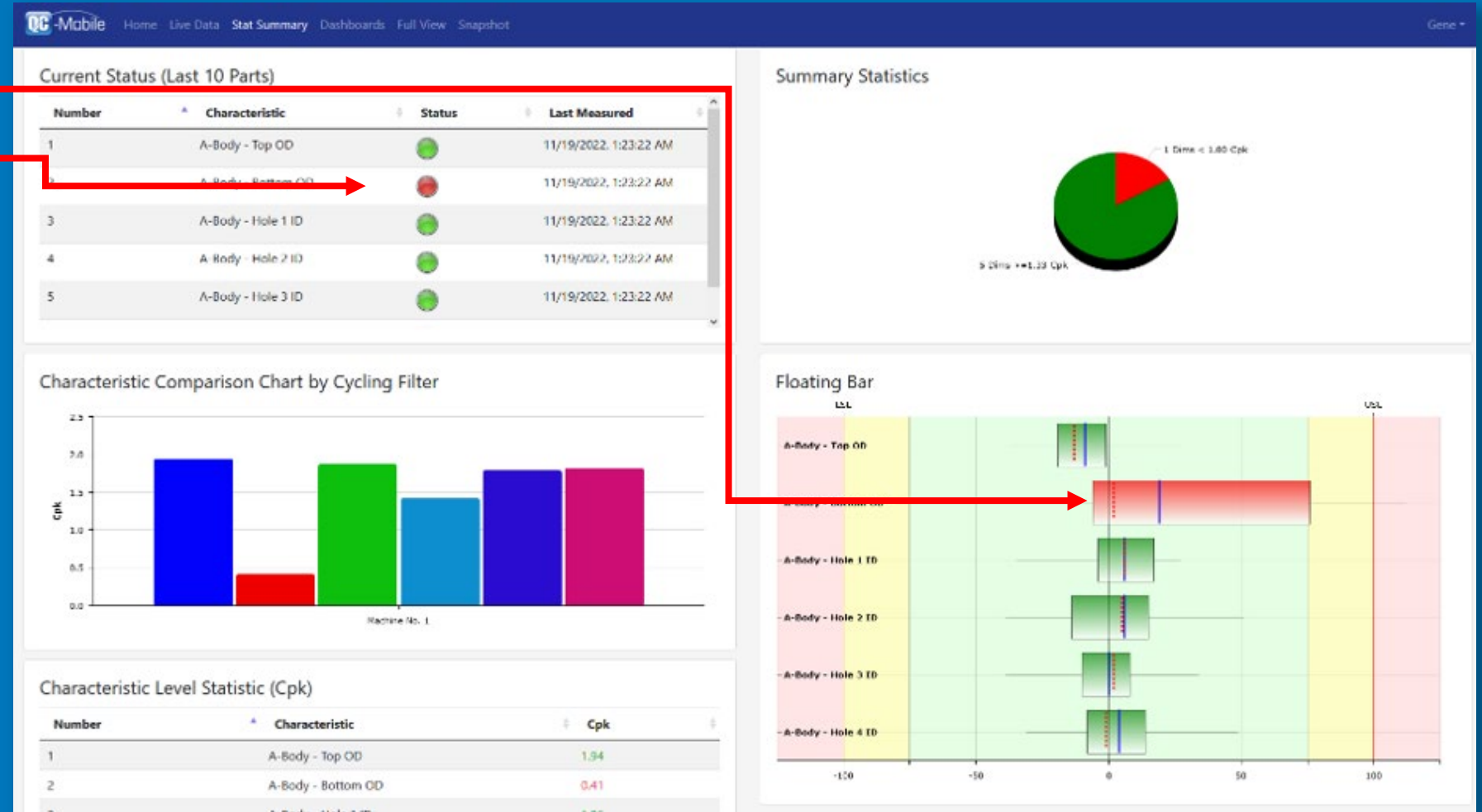
Ingénierie et Qualité



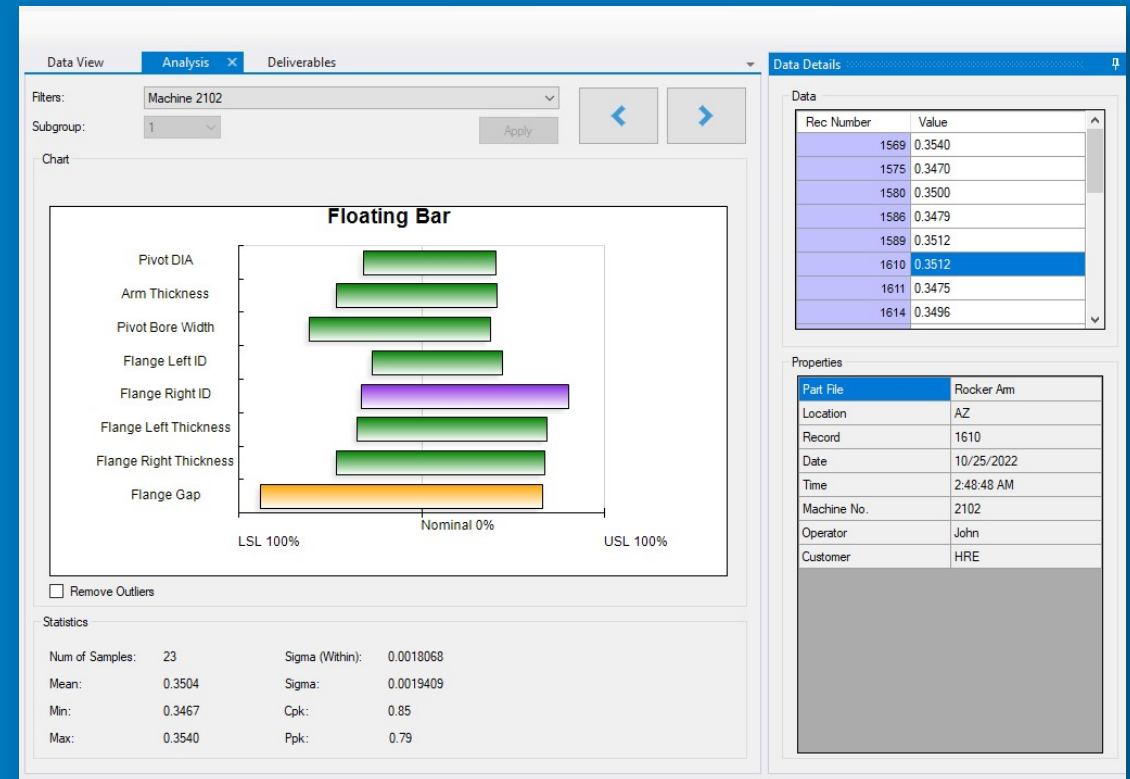
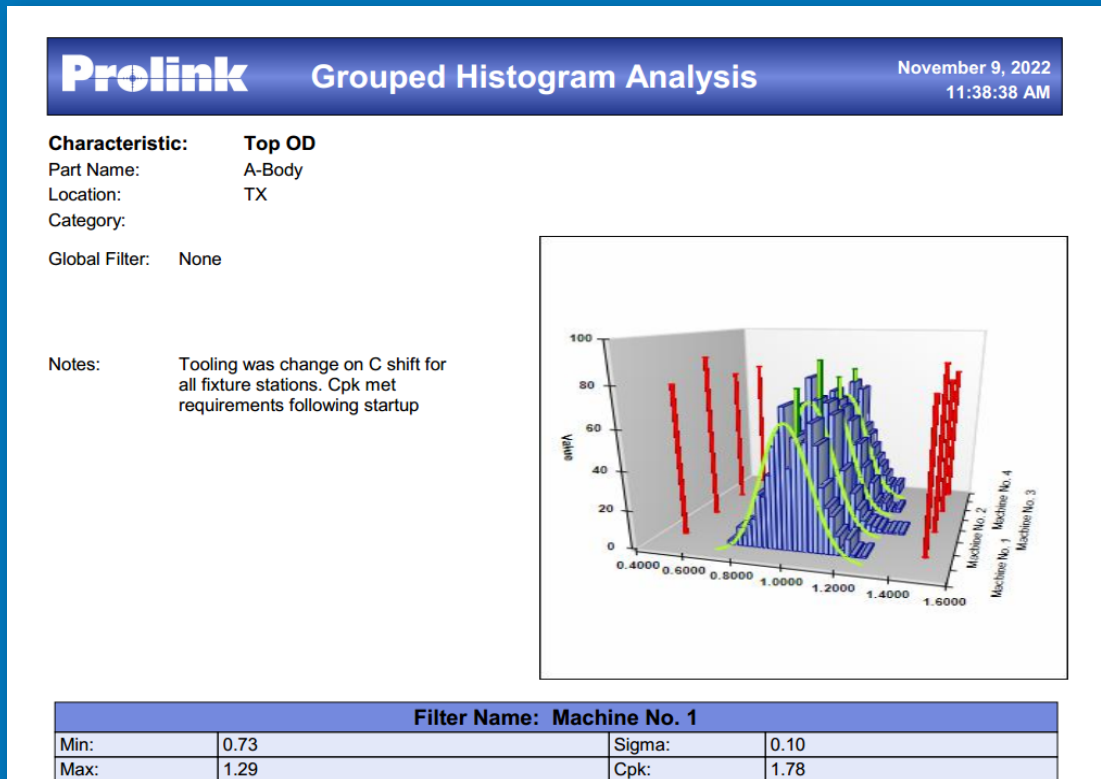
- Résolution rapide des problèmes qualité grâce aux données en temps réel et historiques
- Surveillance continue des lignes de production
- Suivi des indicateurs qualité et de la performance des équipements
- Analyse approfondie des causes racines et anticipation des dérives grâce à l'analytique prédictive
- Validation de la conformité des systèmes et processus de mesure
- Réalisation d'études GR&R et PPAP
- Amélioration continue basée sur des données fiables et exploitables.

Contrôle en temps réel

Hors limites
ALERTES



Capabilité par machine ou comparaison des caractéristiques



Etude de cas

Fournisseur de pieces automobiles



- Pertes mensuelles de 40 000 à 50 000 \$ dues à des pièces hors spécifications
 - Problème principal identifié sur le diamètre extérieur rectifié des roulements (OD) et sur les caractéristiques des lobes d'arbres à cames
 - Les mesures n'étaient réalisées qu'au contrôle final
 - Actions mises en oeuvre
 - Mise en place de la collecte de données au niveau des opérations de tournage et de rectification
 - Identification de la rectification comme principale source de variabilité
 - Validation des systèmes de mesure et des équipements de contrôle : aucune anomalie détectée
 - Analyse approfondie des données en fonction de l'heure de fabrication
 - Résultats
 - Réduction des pertes de 40 000 \$ par mois
 - Expédition de pièces conformes aux spécifications
- Amélioration de la maîtrise du procédé grâce aux données en temps réel

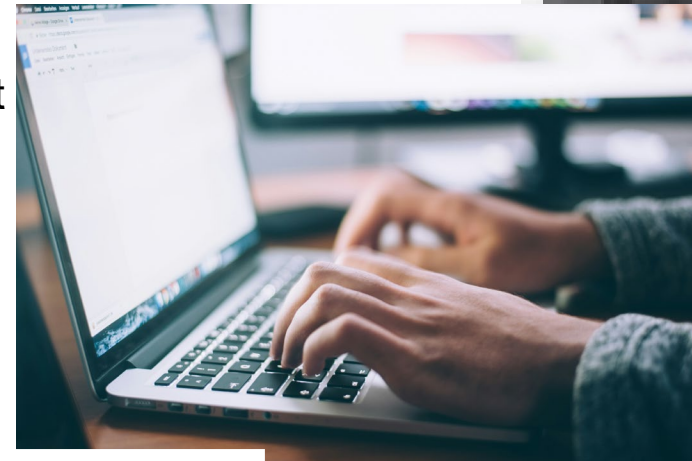


[Lire l'étude de cas en ligne >](#)

Etude de cas

Fabricant sous contrat

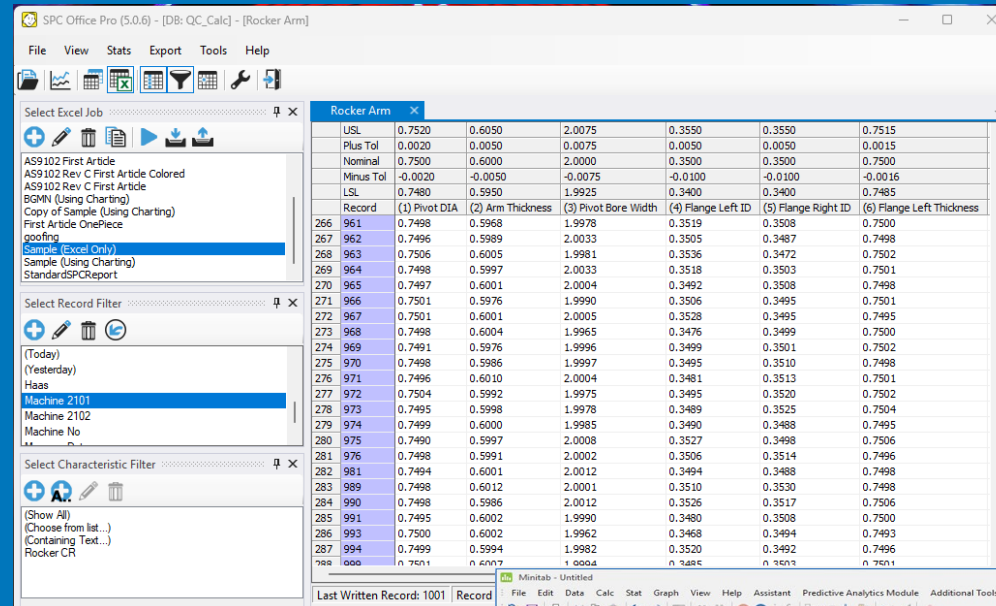
- **Un client du secteur automobile exigeait un rapport Minitab SixPack pour chaque lot de production**
 - Laboratoire de contrôle équipé de plusieurs MMT (CMM)
 - Les rapports de mesure étaient transmis au bureau pour une saisie manuelle dans Minitab
 - Trois personnes étaient mobilisées quotidiennement pour la saisie des données
- **Actions mises en œuvre**
 - Automatisation de la collecte des données directement depuis les MMT (CMM)
 - Déploiement de **SPC Office Pro**
 - Génération automatique des rapports **SixPack** par lot
- **Résultats obtenus**
 - **Retour sur investissement (ROI) en 14 jours**
 - **Économies de papier de 30 000 \$ par an**



[Lire l'étude de cas en ligne >](#)

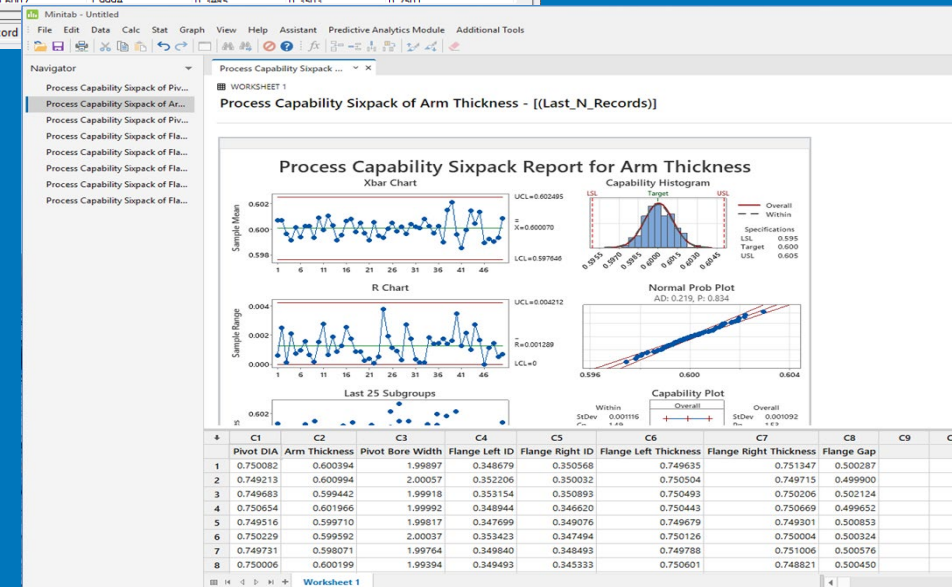
Des données à l'analyse

1. Ouvrez votre fichier de données
2. Sélectionnez une machine spécifique
3. Accédez à **Statistiques > Analyse de capacité SixPack**
4. Validez les paramètres
5. Obtenez instantanément votre **rapport de capacité SixPack Minitab**



Record	(1) Pivot DIA	(2) Arm Thickness	(3) Pivot Bore Width	(4) Flange Left ID	(5) Flange Right ID	(6) Flange Left Thickness	
266	961	0.7498	0.5968	1.9978	0.3519	0.3508	0.7500
267	962	0.7496	0.5989	2.0033	0.3505	0.3487	0.7498
268	963	0.7506	0.6005	1.9981	0.3536	0.3472	0.7502
269	964	0.7498	0.5997	2.0033	0.3518	0.3503	0.7501
270	965	0.7497	0.6001	2.0004	0.3492	0.3508	0.7498
271	966	0.7501	0.5976	1.9990	0.3506	0.3495	0.7501
272	967	0.7501	0.6001	2.0005	0.3528	0.3495	0.7495
273	968	0.7498	0.6004	1.9965	0.3476	0.3499	0.7500
274	969	0.7491	0.5976	1.9996	0.3499	0.3501	0.7502
275	970	0.7498	0.5986	1.9997	0.3495	0.3510	0.7498
276	971	0.7496	0.6010	2.0004	0.3481	0.3513	0.7501
277	972	0.7504	0.5992	1.9975	0.3495	0.3520	0.7502
278	973	0.7495	0.5998	1.9978	0.3489	0.3525	0.7504
279	974	0.7499	0.6000	1.9985	0.3490	0.3488	0.7495
280	975	0.7490	0.5997	2.0008	0.3527	0.3498	0.7506
281	976	0.7498	0.5991	2.0002	0.3506	0.3514	0.7496
282	981	0.7494	0.6001	2.0012	0.3494	0.3488	0.7498
283	989	0.7498	0.6012	2.0001	0.3510	0.3530	0.7498
284	990	0.7498	0.5986	2.0012	0.3526	0.3517	0.7506
285	991	0.7495	0.6002	1.9990	0.3480	0.3508	0.7500
286	993	0.7500	0.6002	1.9962	0.3468	0.3494	0.7493
287	994	0.7499	0.5994	1.9982	0.3520	0.3492	0.7496
288	000	n	n	n	n	n	n

Importer les données collectées dans Minitab Statistical Software



En résumé

Que vous apporte une usine connectée ?

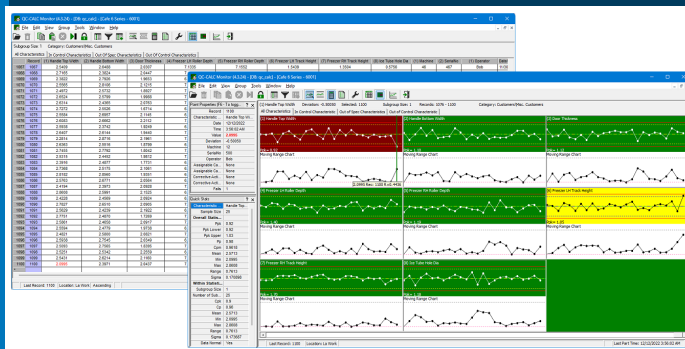


Le contrôle

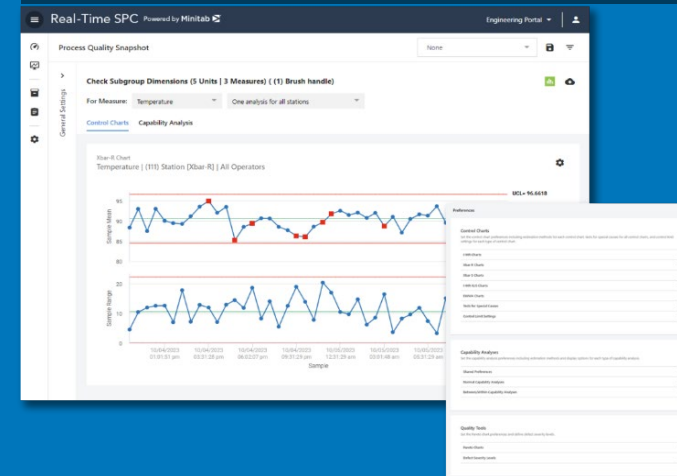
Minitab surveille vos données de production et vous alerte dès que votre qualité commence à dériver.



Détection des variations



Amélioration de la performance



Ce que les données nous apprennent

- Établir une référence de performance
- Détecter les tendances de fond
- Améliorer les analyses prédictives
- Adopter une approche proactive
- Anticiper les risques et prévenir les défaillances récurrentes



PRÉSENT

Que se passe-t-il
“en ce moment” ?



PASSÉ

Que peuvent nous apprendre
les données historiques ?

- Tendances à long terme
- Informations spécifiques



FUTUR

Comment les données
collectées peuvent-elles aider
une entreprise à aller de l'avant ?

Merci



Du suivi à la maîtrise

Analyse des causes racines et optimisation des processus

Session 4



Opportunités d'amélioration



Étudier les corrélations et les associations

Valider les relations de cause à effet

Identifier les principaux facteurs de variation

Déterminer les niveaux optimaux des variables du procédé

Comprendre le fonctionnement du procédé

Augmenter le rendement de production

Réduire les défauts et les rebuts










Identifier les paramètres optimaux pour assurer une performance stable et durable

Exemple : Comprendre et optimiser un procédé de soudage

- Un boulon est soudé sur un support métallique.
- La qualité de la soudure est évaluée en mesurant la force nécessaire pour arracher le boulon (en Newtons).
- Plus cette force est élevée, plus la soudure est considérée comme robuste.
- L'objectif est d'identifier les paramètres du procédé qui influencent la résistance de la soudure afin de garantir la conformité des pièces et d'améliorer la stabilité du procédé.



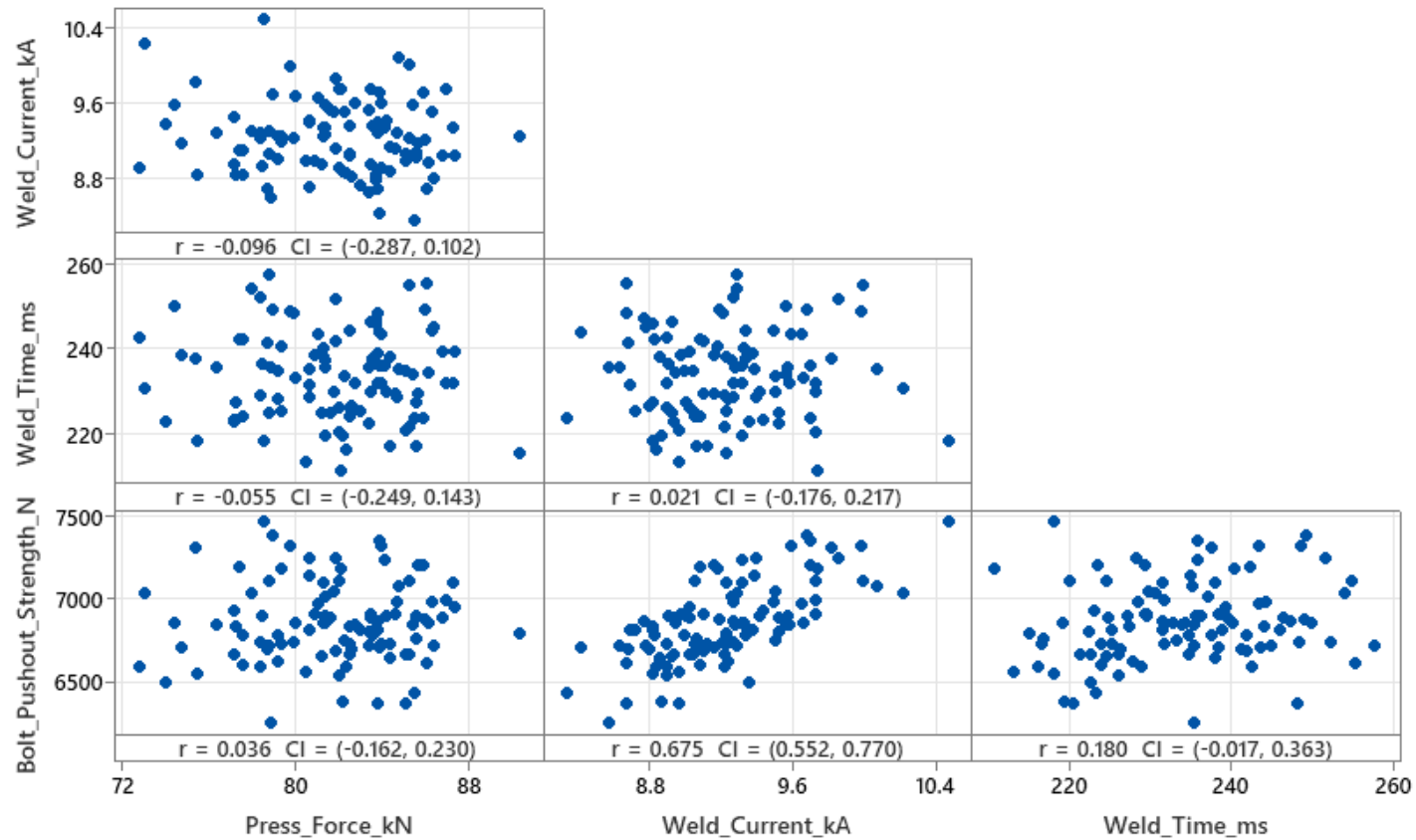
Exemple : Étudier les corrélations

Variable	Description	Contexte de fabrication	Impact typique
 ID Pièce	Identifiant unique de chaque support fabriqué	Identifiant de traçabilité lié au lot de production ou au numéro de série	Utilisé pour la généalogie produit, les rappels et le suivi qualité
 Équipe (Shift)	Équipe de production durant laquelle la pièce a été fabriquée (A, B, C)	Représente différents opérateurs, équipes et périodes de fonctionnement	Peut mettre en évidence des variations liées aux opérateurs ou à l'environnement
 Force de presse (kN)	Force appliquée par la presse d'emboutissage/formage, en kilonewtons	Détermine la manière dont le support est formé lors de l'emboutissage	Une valeur trop faible peut entraîner un formage incomplet ; une valeur trop élevée peut provoquer des déformations ou des fissures
 Courant de soudage (kA)	Courant électrique utilisé pendant le soudage par résistance, en kiloampères	Contrôle l'apport thermique lors du soudage du boulon sur le support	Influence fortement l'intégrité de la soudure et la résistance de l'assemblage
 Temps de soudage (ms)	Durée d'application du courant de soudage, en millisecondes	Influence la formation du noyau de soudure	Un temps excessif ou insuffisant affecte la qualité de la soudure
 Dureté matière (HRB)	Dureté du matériau entrant mesurée selon l'échelle Rockwell B	Reflète l'état du matériau acier entrant	Influence la formabilité et le comportement lors du soudage
 Température de refroidissement (°C)	Température de la station de refroidissement	Affecte la stabilisation thermique après le soudage/formage	Un refroidissement inadapté peut générer des contraintes résiduelles
 Usure de l'outillage	Estimation de l'usure de l'outillage en micromètres	Représente la dégradation des outils d'emboutissage ou de soudage	Une usure accrue augmente généralement la variabilité dimensionnelle
 Résistance à l'arrachement du boulon (N)	Force mesurée nécessaire pour extraire le boulon soudé du support, en Newtons	Caractéristique qualité principale (variable mesurée)	Des valeurs plus élevées indiquent généralement une liaison soudée plus résistante

Exemple : Étudier les corrélations

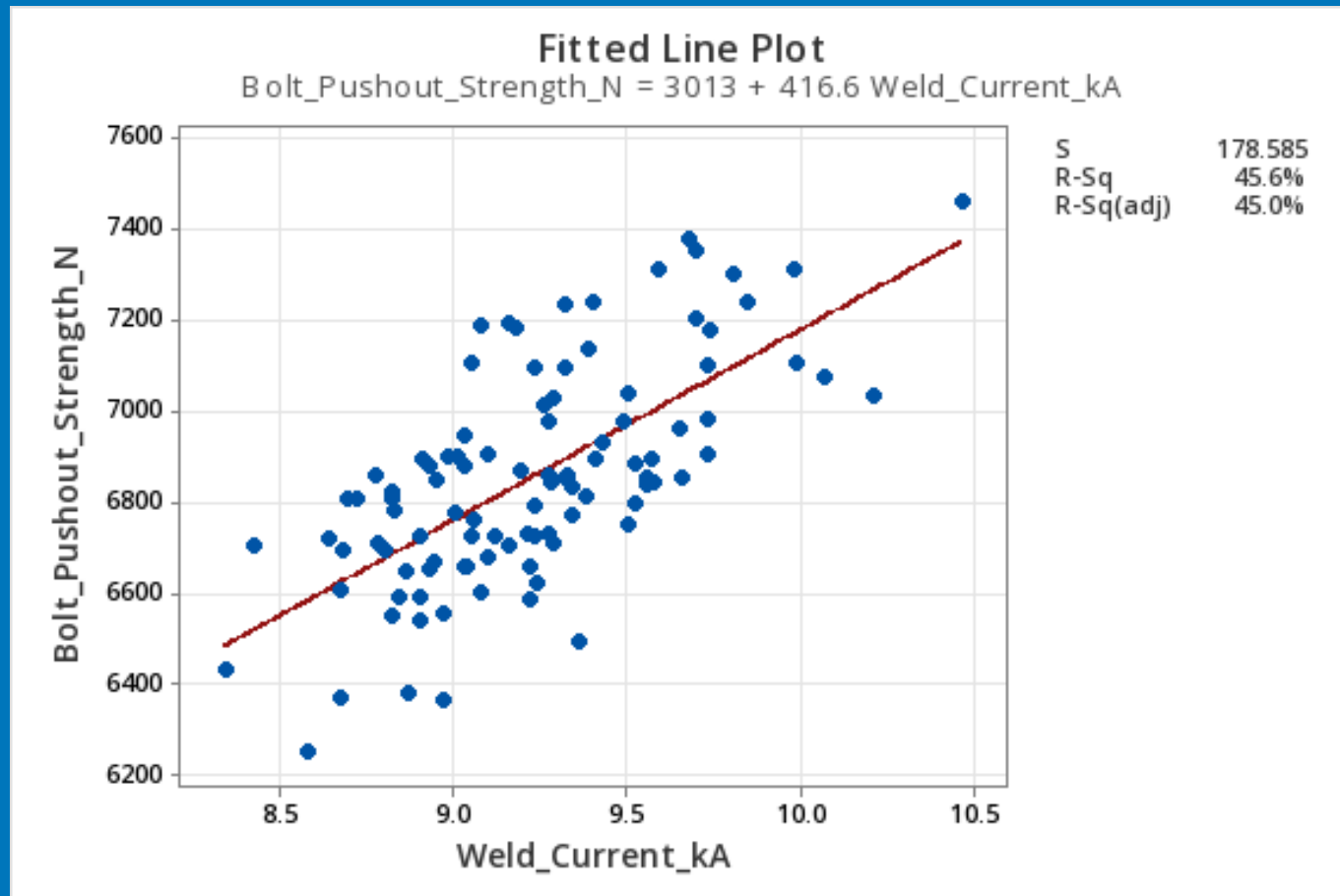
Press_Force_kN, Weld_Current_kA, Weld_Time_ms, Bolt_Pushout_Strength_N

95% CI for Pearson Correlation



Exemple

Démontrer les relations entre les variables



Purpose

To quantify and test the linear relationship between weld current and bolt pushout strength: predicting Bolt_Pushout_Strength_N from Weld_Current_kA using simple linear regression.

Key findings (in order of importance)

1. Regression equation:
Bolt_Pushout_Strength_N = 3013 + 416.6 * Weld_Current_kA. Each 1 kA increase in Weld_Current_kA is associated with an average increase of 416.6 N in Bolt_Pushout_Strength_N.
2. The effect of Weld_Current_kA is highly statistically significant: $F(1,98) = 82.12$, $p < 0.001$, indicating the slope differs from zero.
3. Model performance: $R\text{-sq} = 45.59\%$ ($R\text{-sq}(\text{adj}) = 45.04\%$), so the model explains about 45.6% of the variability in Bolt_Pushout_Strength_N — a moderate amount of variance accounted for by Weld_Current_kA.
4. Typical prediction error: residual standard deviation $S = 178.585$ N, which quantifies the typical deviation of observed strengths from the fitted line.
5. Intercept interpretation: the fitted intercept is 3013 N. Treat this value cautiously if $\text{Weld_Current_kA} = 0$ is outside the observed data range, as it may not be physically meaningful.

Exemple

Identifier les principaux facteurs de variation

Usinage de précision de
carters de pompe

Collecte de données en
temps réel

Rendement initial $\approx 94\%$

Carter de pompe

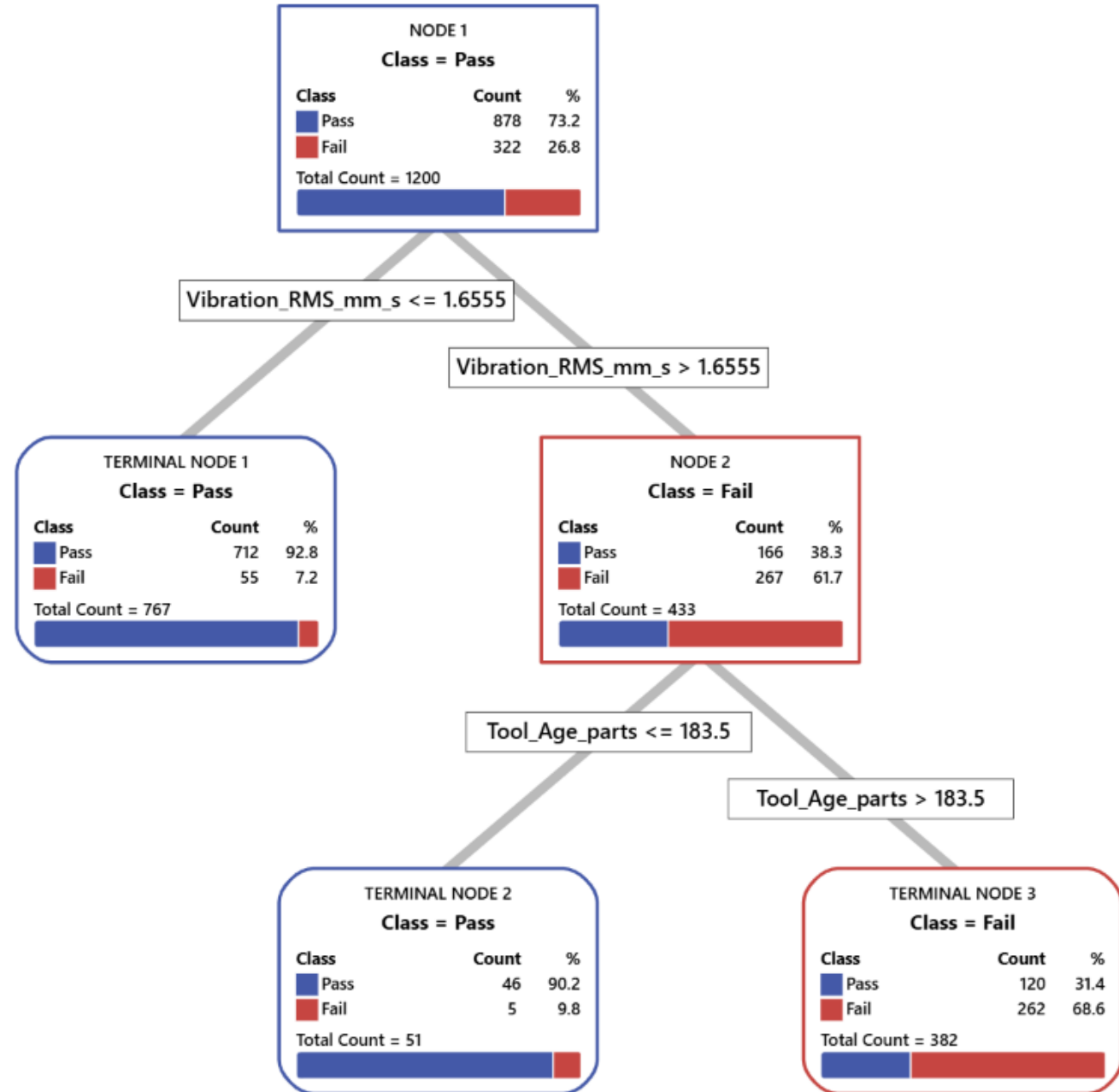


Indicateur de qualité
Objectif pour le diamètre
Objectif = 0 μm
Spécification = $\pm 10 \mu\text{m}$

Champs	Type	Description
Horodatage	Date/heure	Horodatage de production à des intervalles d'environ 8 minutes
ID Pièce	Texte	Identifiant unique de la pièce finie
ID Machine	Catégoriel	Machine CNC produisant la pièce
Lot Matière	Catégoriel	Lot de matière première entrant
Dureté matière (Rc)	Numérique	Dureté Rockwell
Vitesse de broche (tr/min)	Numérique	Vitesse d'usinage
Age de l'outil (Nbre de pièces)	Numérique	Nombre de pièces produites depuis le dernier changement d'outil
Température du liquide de coupe (°C)	Numérique	Température du liquide de refroidissement
Vibrations RMS (mm/s)	Numérique	Niveau de vibration mesuré
Température ambiante (°C)	Numérique	Température de l'atelier
Pression de bridage (bar)	Numérique	Pression du dispositif de serrage
Écart du diamètre d'alésage (µm)	Cible Numérique	Indicateur qualité dimensionnelle de la pièce finie
Rugosité de surface Ra (µm)	Cible Numérique	Indicateur qualité secondaire de la pièce finie
Conforme / Non conforme	Cible Numérique	Résultat de classification : non conforme si la spécification dimensionnelle ou de rugosité n'est pas respectée

Exemple :

Définir les réglages optimaux des variables du procédé



Merci



Amélioration de la conception : Simulation Plans d'expériences modernes Analyses prédictives

Session 5



Plans d'expériences et simulation

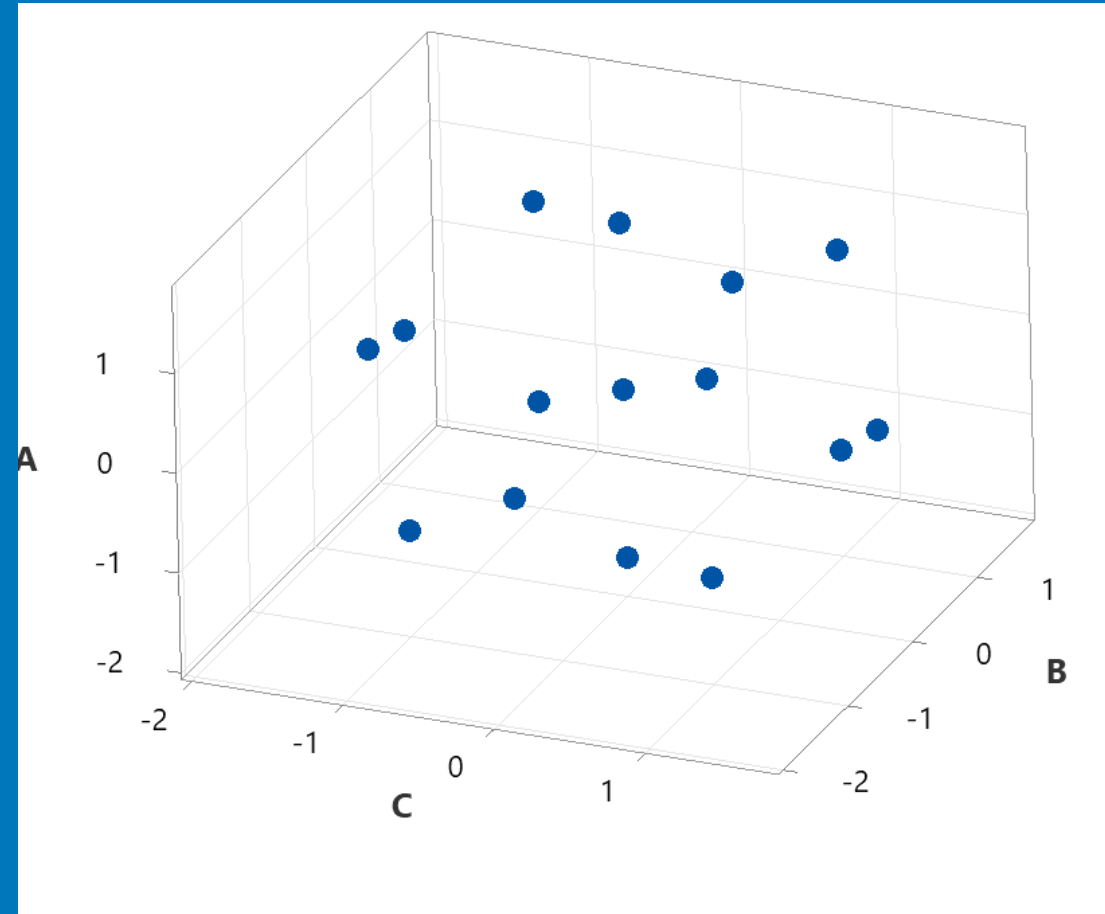
Concevoir des procédés :

- Robustes face aux variations
- Prévisibles dans leurs performances
- Reproductibles d'un lot à l'autre
- Efficents en termes de qualité et de productivité
- Optimisés avant le démarrage de la production



Plans d'expériences

- Le plan d'expériences (DOE) modifie systématiquement plusieurs facteurs d'entrée simultanément afin de déterminer :
- Quels sont les facteurs les plus influents
- Comment les facteurs interagissent entre eux
- Où se situe la zone de fonctionnement optimale
- Dans quelle mesure le procédé est robuste face aux variations



DOE : Eviter le 1 facteur à la fois



Approche traditionnelle : un facteur à la fois

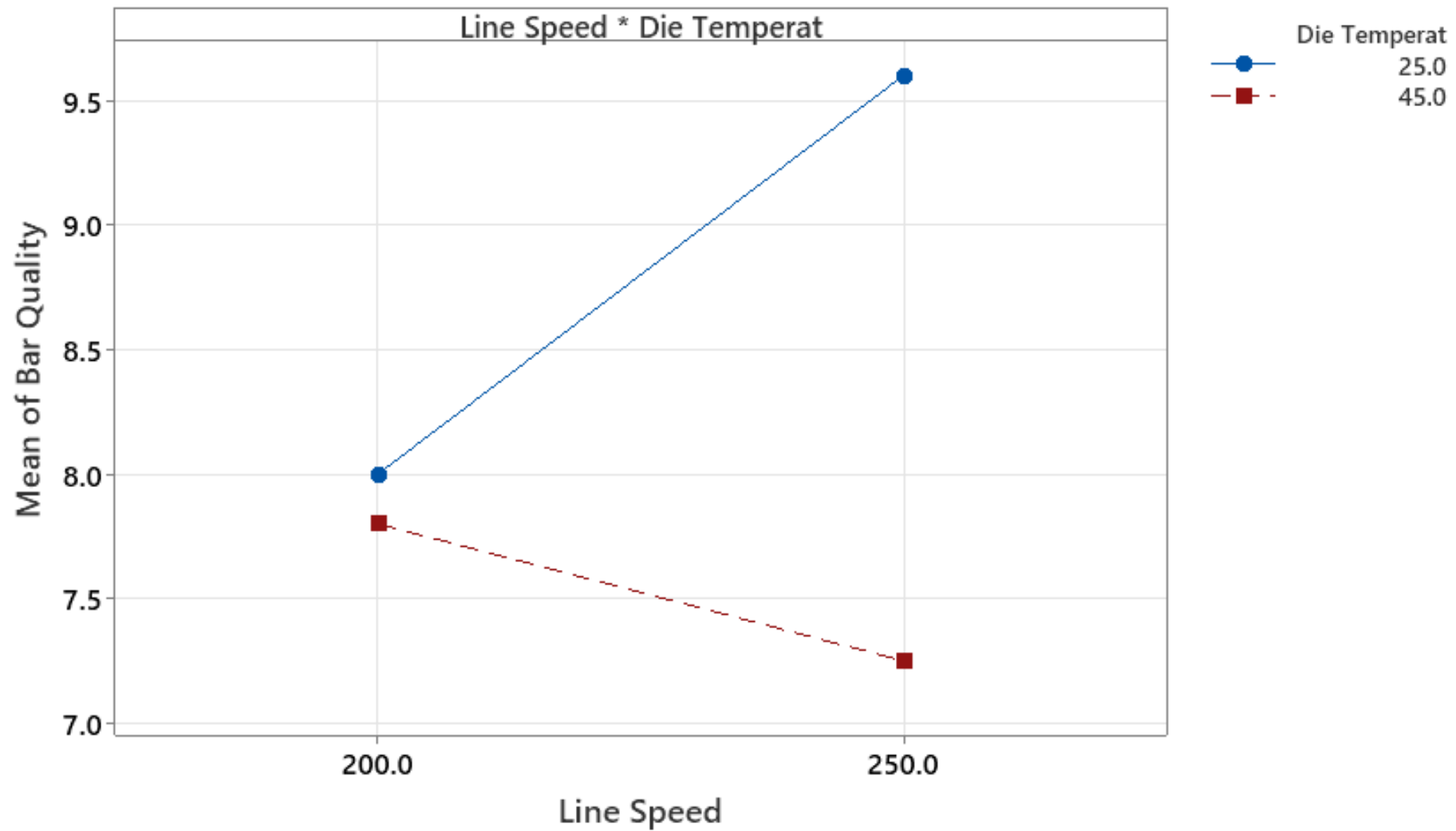
- Modifier un paramètre
- Mesurer le résultat
- Répéter le processus jusqu'à obtenir une amélioration

Limites de cette approche

- Les effets combinés entre les facteurs restent invisibles
- Les essais nécessitent davantage de temps et de ressources
- Les opportunités d'optimisation peuvent être manquées
- Les décisions sont basées sur une compréhension partielle du procédé

Interaction Plot for Bar Quality

Fitted Means



All displayed terms are in the model.

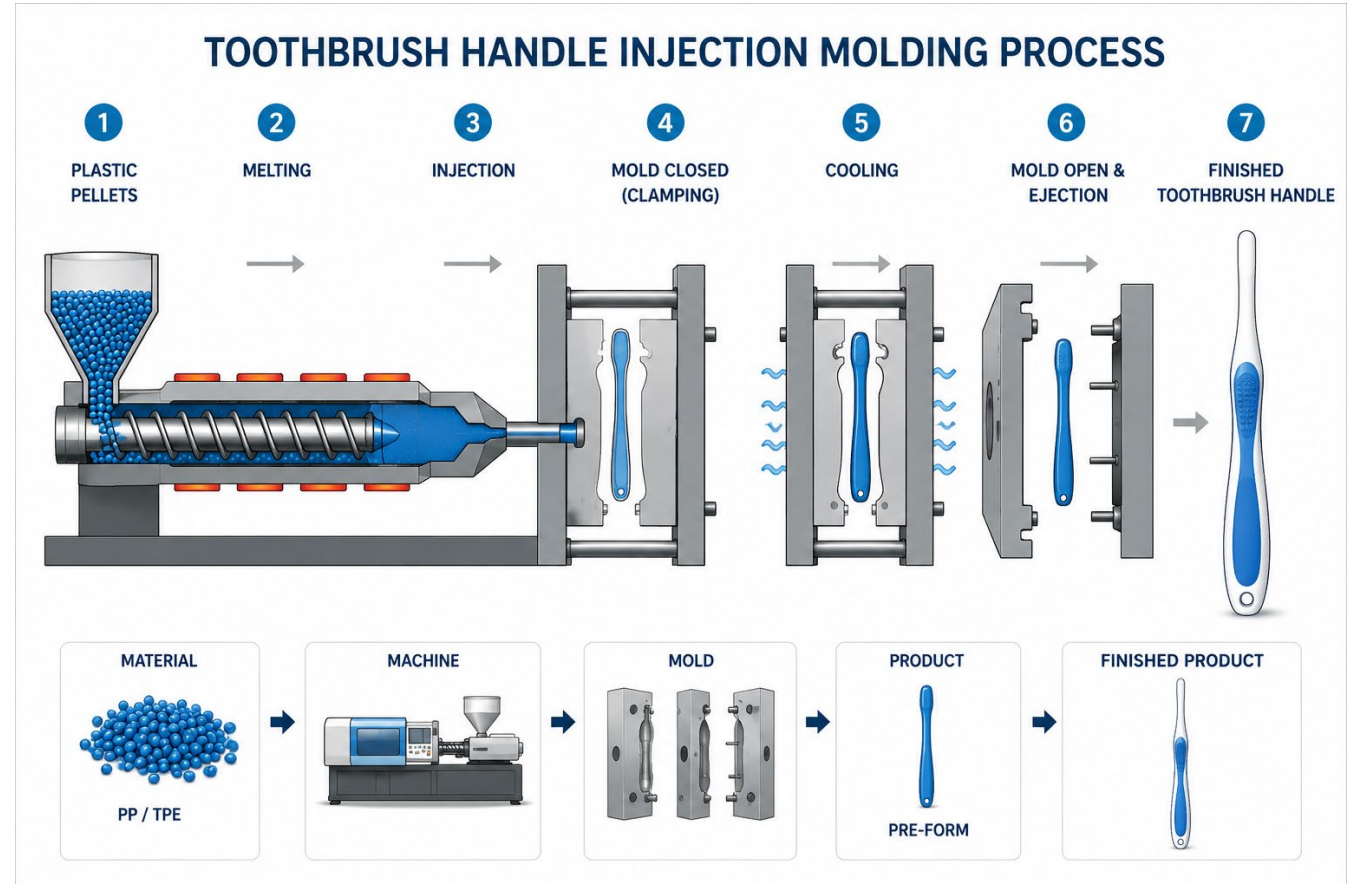
Exemple : Procédé de moulage par injection

Facteurs du procédé étudiés

- Température de fusion
- Pression d'injection
- Temps de refroidissement
- Température du moule

Réponses qualité à améliorer

- Défauts de surface
- Précision dimensionnelle



Les plans expérimentaux modernes

Minitab DOE by Effex



Pourquoi ces plans sont essentiels

Les systèmes de production deviennent :

Plus complexes

Plus contraints

Plus coûteux à tester

Pilotés par des objectifs multiples

Minitab DOE by Effex apporte :

Des plans d'expériences optimaux

Les plans d'expériences OMARS®

Une sélection assistée par l'IA

Une réduction du nombre d'essais

Des workflows d'optimisation intégrés

La possibilité d'intégrer des facteurs faciles et difficiles à changer

Un procédé peut être optimisé... ...et pourtant échouer en conditions réelles d'exploitation



- Les goulots d'étranglement se déplacent vers les étapes suivantes
- Les zones tampons (buffers) seaturent
- Les ressources humaines deviennent un facteur limitant
- Les changements de série perturbent les plannings
- Les stocks d'encours (WIP) augmentent Le débit de production stagne

Simulation d'évènements discrets



La simulation d'évènements discrets



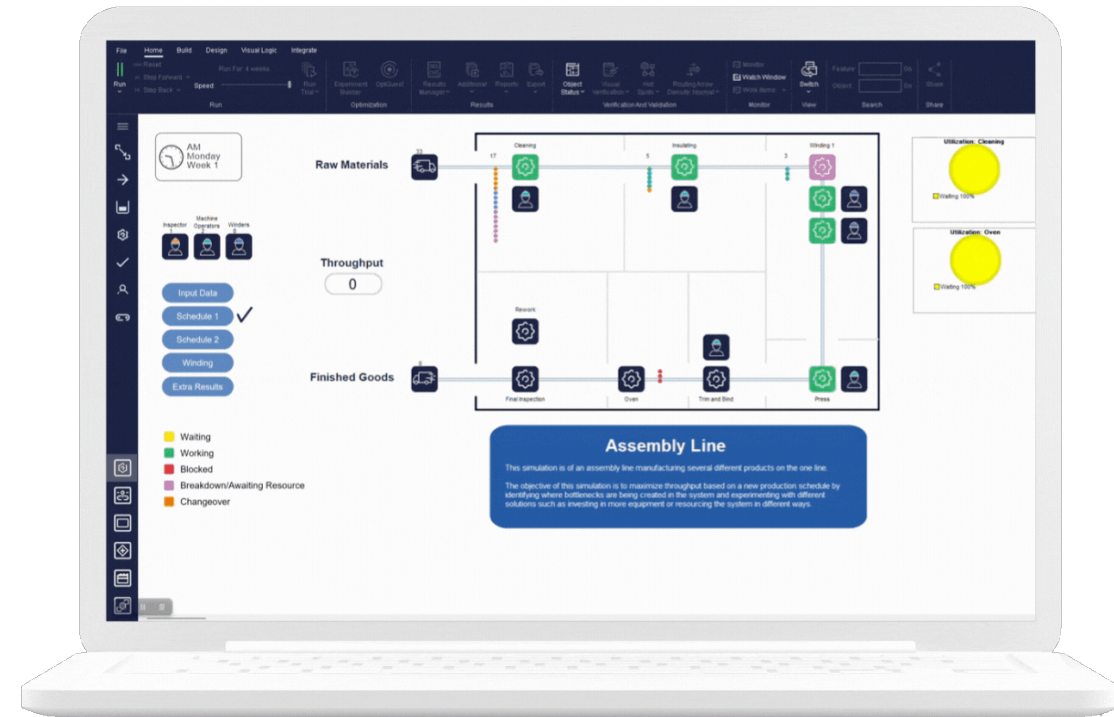
Une représentation numérique d'un système de production qui modélise :

- Les machines
- Les opérateurs
- Les files d'attente
- Les flux de matières
- Les temps d'arrêt
- Les horaires et équipes de travail
- La variabilité des processus

SIMUL8

Simulation rapide et flexible pour des décisions éclairées

Simulez, évaluez et optimisez vos opérations
avant leur mise en œuvre.



Cas client : Boston Scientific



Boston Scientific a identifié des sources d'inefficacité dans sa ligne de fabrication de batteries pour dispositifs cardiaques.

Résultats obtenus

- Réduction des coûts de main-d'œuvre permettant de réaliser 150 000 \$ d'économies
- Transformation de résultats statiques issus de feuilles de calcul en simulations visuelles dynamiques

« Grâce à SIMUL8, nous avons pu visualiser notre ligne de production et observer concrètement la formation de files d'attente dans notre processus. Nous avons ensuite testé différents scénarios afin d'améliorer l'efficacité opérationnelle, ce qui a permis de générer près de 150 000 \$ d'économies. »

James Larson

**Principal Industrial Engineer,
Boston Scientific**

Simuler pour tester les changements en amont



NIBCO

NIBCO réduit les coûts d'inventaire de sa chaîne d'approvisionnement

- Test d'une nouvelle stratégie de distribution de la chaîne logistique, sans risque
- Réduction des stocks de **40 %**
- Diminution des coûts de **12 %**
- [Lire l'étude de cas >](#)



Controlant

Controlant triple sa capacité de production grâce à la simulation

- Croissance de la productivité : **275 %**
- Optimisation de l'utilisation des ressources humaines
- Contribution à la distribution sécurisée de vaccins
- [Lire l'étude de cas >](#)



ABF
Freight
An ArcBest Company

ABF Freight optimise les opérations de quai

- Analyse en temps réel des opérations de quai
- Tests : effectifs, quais et chariots
- Simuler divers scénarios de ressources et de capacité
- [Lire l'étude de cas >](#)

Les leçons à retenir



- L'optimisation d'un facteur à la fois laisse souvent des opportunités de performance inexploitées.
- Le DOE accélère l'apprentissage et permet d'identifier les véritables relations entre les variables du procédé.
- Minitab DOE by Effex étend les capacités du DOE pour répondre aux défis des systèmes complexes.
- SIMUL8 permet aux industriels de prédire le comportement opérationnel avant toute mise en œuvre.
- La combinaison des plans d'expériences et de la simulation conduit à des décisions de production plus intelligentes et plus fiables.

Du réactif au proactif



Qualité réactive	Qualité proactive
Détecter les défauts	Prévenir les défauts
Corriger après coup	Optimiser par l'expérimentation
Réagir aux problèmes de production	Anticiper grâce à l'analyse prédictive
Optimiser un poste de travail	Optimiser l'ensemble du système
Tirer des enseignements après production	Valider et apprendre avant production

Merci



Minitab ®

EXCHANGE

3 études de cas
par XL Groupe

L'intervenant



Guillaume Redon

Consultant Senior | Black Belt Lean Six Sigma | Manager associé XL Groupe

20 ans d'expérience, de l'industrie au conseil en excellence opérationnelle.

Il accompagne des entreprises industrielles et de services dans leur montée en performance : diagnostics, chantiers par percée, optimisation des flux, résolution de problèmes et digitalisation.

Du conseil à la formation, il accompagne aussi bien les équipes opérationnelles, les chefs de projets et dirigeants

Minitab 

EXCHANGE

Transformer les données
de procédé pour la maîtrise
opérationnelle

Du mode réactif au mode proactif

Les intervenants



Sami Chaabi

Solutions Architect EMEA South

Minitab

Fort de plus de 20 ans d'expertise en exploitation des données et en statistiques, Sami accompagne ses clients et prospects dans l'optimisation de leurs processus pour atteindre l'excellence opérationnelle.



Robert Collis

Sr. Principal Analytics
Consultant

Minitab

Robert Collis dispense des formations et prestations de conseil depuis 1997 à travers l'Europe. Il aide les sociétés à renforcer leur culture statistique pour respecter les normes de qualité ou mettre en œuvre la méthodologie Six Sigma.

Objectifs de la session



- **Ce que nous allons explorer aujourd'hui : étude de cas industrielle**
- Suivez un scénario réaliste d'extrusion de polymères où la variabilité des procédés, les différences entre fournisseurs et les enjeux qualité ont eu un impact opérationnel — et découvrez comment des approches pilotées par les données ont permis d'identifier les causes racines et d'améliorer la stabilité des performances.
- **Minitab Solution Center (MSC)**
- Découvrez comment MSC aide les organisations à centraliser les analyses, standardiser les workflows, automatiser le reporting et mettre en place des processus décisionnels fiables et évolutifs à travers les équipes et les sites.
- **Effex + Minitab**
- Découvrez comment l'acquisition récente d'Effex renforce les capacités de Minitab en plans d'expériences (DoE), optimisation et expérimentation avancée — pour accélérer l'innovation et fiabiliser le développement des procédés.
- **Résultat attendu de la session**
- À l'issue de cette session, les participants comprendront comment l'intégration de l'analytique, de l'expérimentation et de la visibilité opérationnelle permet de faire évoluer une production réactive vers une excellence opérationnelle proactive.

Quand la stabilité devient un défi

Dans l'extrusion de polymères, la stabilité est essentielle. Pourtant, ces derniers mois, les équipes de production ont constaté une variabilité croissante de la qualité des produits finis, malgré des paramètres de procédé inchangés.

Le taux de rebuts a augmenté, le respect des spécifications clients est devenu plus difficile, de nouveaux fournisseurs ont été intégrés pour répondre à la hausse de la demande, et les ingénieurs ont passé davantage de temps à résoudre des problèmes qu'à optimiser les procédés.



Quatre freins à la performance opérationnelle



Données Fragmentées

Les données de procédé étaient dispersées entre l'ERP, les fichiers Excel du laboratoire, les historiques de données et les systèmes qualité. Aucune source unique et fiable de référence : les ingénieurs passaient plus de temps à réconcilier les données qu'à les analyser.



Reporting Manuel

Chaque investigation nécessitait l'export de fichiers CSV, la consolidation manuelle de feuilles Excel et la création de présentations PowerPoint — générant des incohérences, des analyses tardives et une forte dépendance à quelques experts clés.



Prise de decision lente

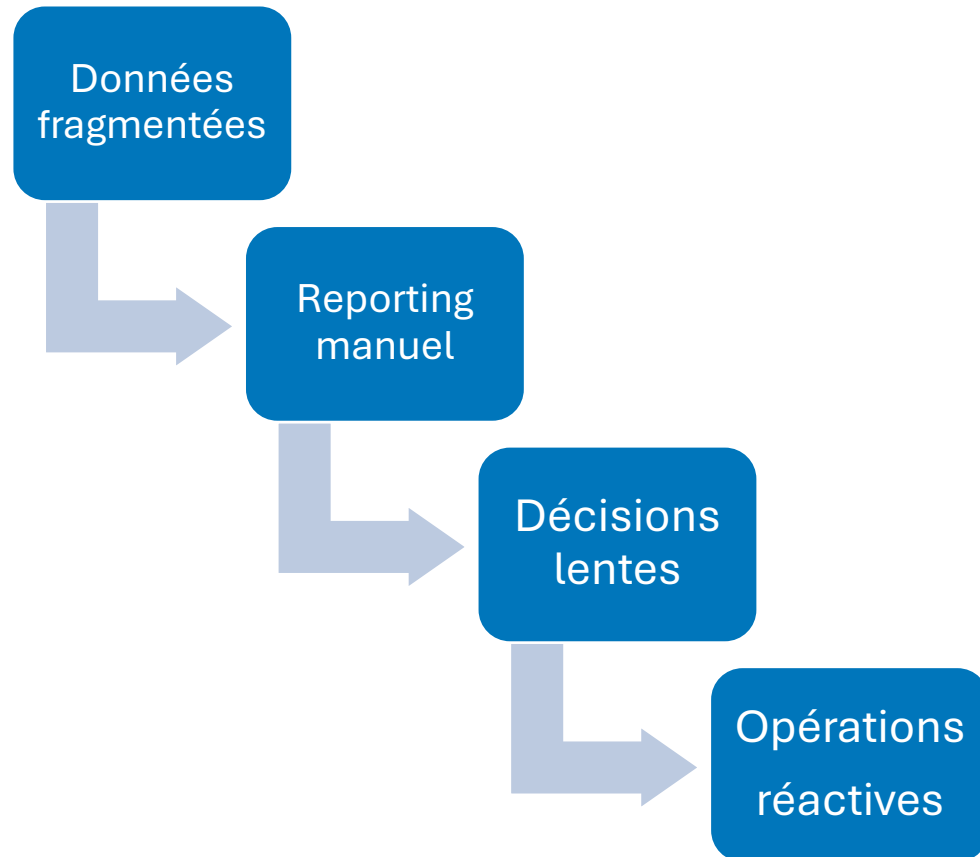
Des problèmes qui auraient dû être détectés en quelques heures prenaient plusieurs jours, voire plusieurs semaines, à être identifiés. Au moment où les actions correctives étaient mises en œuvre, des rebuts supplémentaires avaient déjà été générés et le risque client avait augmenté.



Manque de visibilité

La direction ne disposait d'aucun tableau de bord centralisé permettant de suivre l'impact des fournisseurs, la stabilité des procédés ou les risques émergents. Les équipes réagissaient aux problèmes une fois survenus, au lieu de les anticiper et de les prévenir.

Le coût des opérations déconnectées



Des causes racines aux impacts business

Sans données intégrées, reporting automatisé ni visibilité en temps réel, l'organisation était enfermée dans un cycle réactif : **identifier les problèmes après leur apparition au lieu de les prévenir.**

- La voie à suivre passe par un environnement de données unifié, la génération automatisée d'insights et des tableaux de bord décisionnels capables de faire émerger les risques avant qu'ils ne deviennent des crises.

Construire une base de données fiable et robuste



Minitab
EXCHANGE

L'analytique n'est efficace que si la base de données est fiable.

Pour produire des analyses robustes et exploitables, il est essentiel de mettre en place une préparation automatisée des données, des workflows reproductibles et une gouvernance rigoureuse.



Base de données fiable et robuste
Une source unique et fiable de référence
pour l'ensemble des systèmes de l'usine



Des analyses plus rapides et exploitables
Réduire le délai entre les données brutes
et les décisions opérationnelles concrètes



KPIs Standardisés
Des indicateurs harmonisés entre les sites
et les équipes



De meilleures décisions opérationnelles
Des décisions guidées par les données, pas par l'intuition



Une analytique scalable et industrialisable
Une architecture capable d'évoluer avec l'entreprise

Prérequis fondamentaux : mettre en place **une préparation automatisée des données, des workflows reproductibles**, ainsi qu'une **gouvernance et une standardisation rigoureuses** → les bases indispensables de tout ce qui suit.

Etapes de la Démo Minitab Solution Center



1. Préparation des données

- Nettoyage et preparation des données de la Ligne de Production 1
- Reproduction du workflow du nettoyage et de la preparation des données de la ligne de Production 2
- Combiner les données des lignes de Production 1 & 2

2. Visualiser les données

- Construire un tableau de bord
- Explorer et croiser les données sous différents angles pour en extraire des insights pertinents

Démonstration

Minitab Solution Center



Le problème émerge

Après analyse des données historiques de production, l'équipe a identifié une source majeure de variabilité : **une matière première critique était fournie par trois fournisseurs différents**, chacun introduisant des écarts subtils mais significatifs dans le procédé. Le problème n'était alors plus uniquement technique il devenait également opérationnel et organisationnel.

Hausse des rebuts

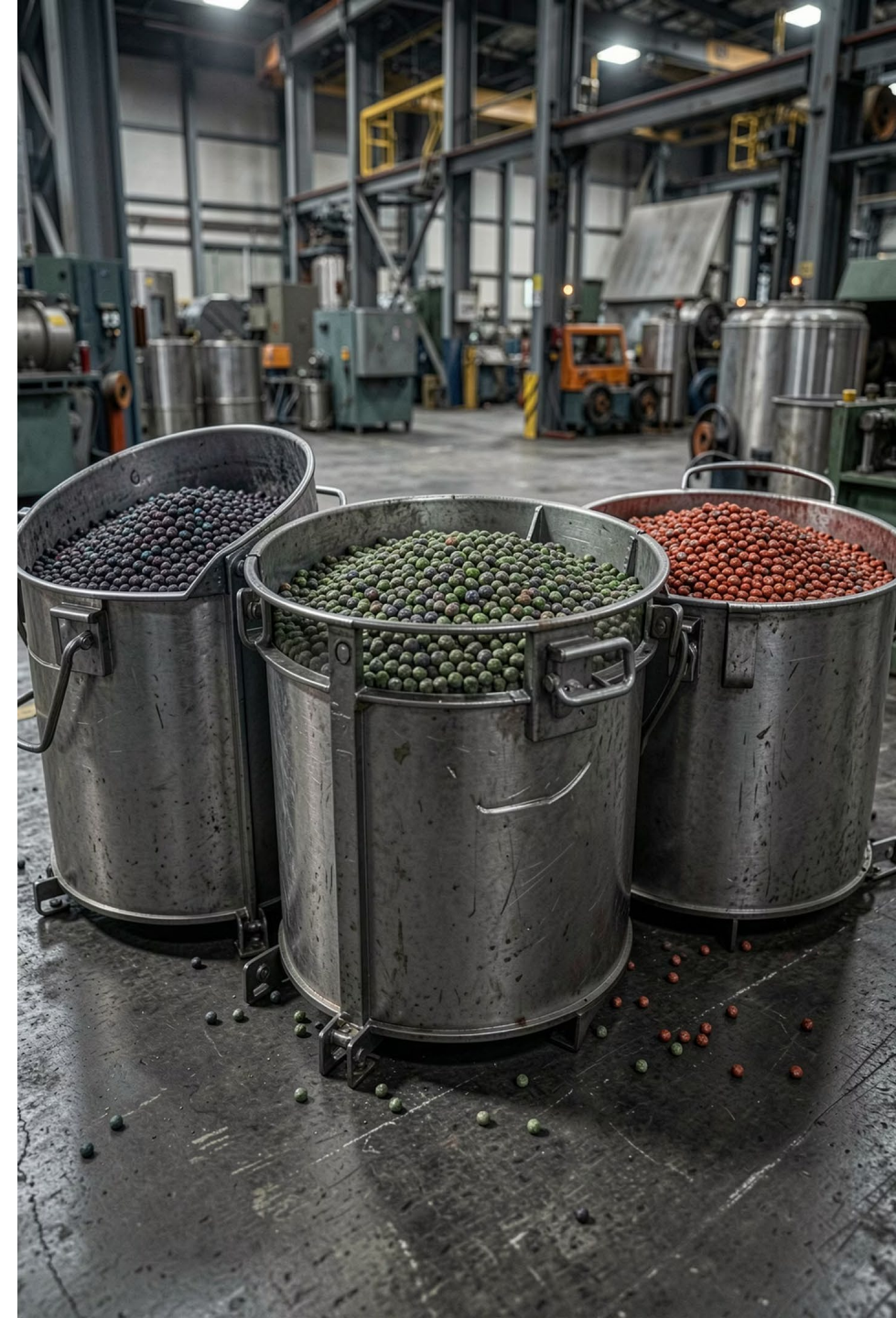
Davantage de matière perdue à chaque lot à mesure que la variabilité augmentait

Specs plus difficiles à maintenir

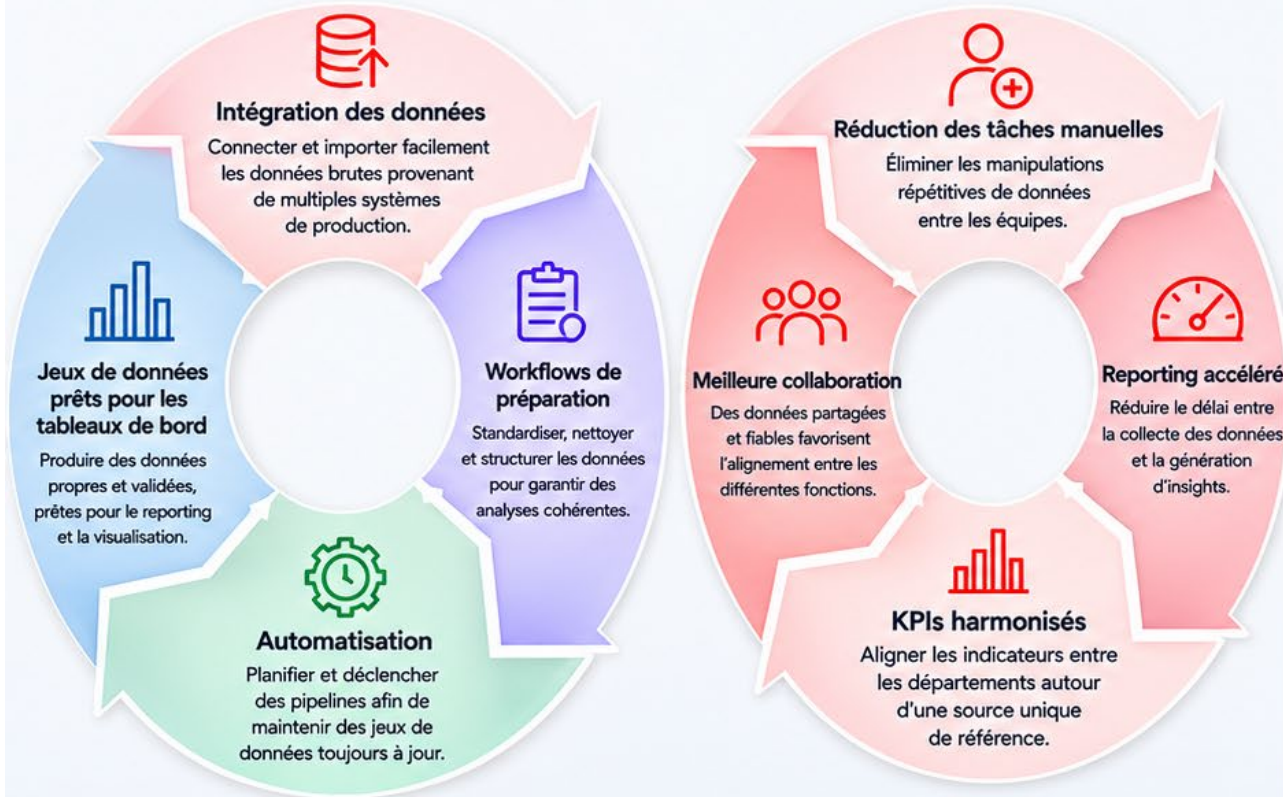
Des exigences clients de plus en plus difficiles à respecter

Ingénieurs sous pression

Davantage de temps consacré au dépannage, moins à l'optimisation des procédés



Les bénéfices de notre solution

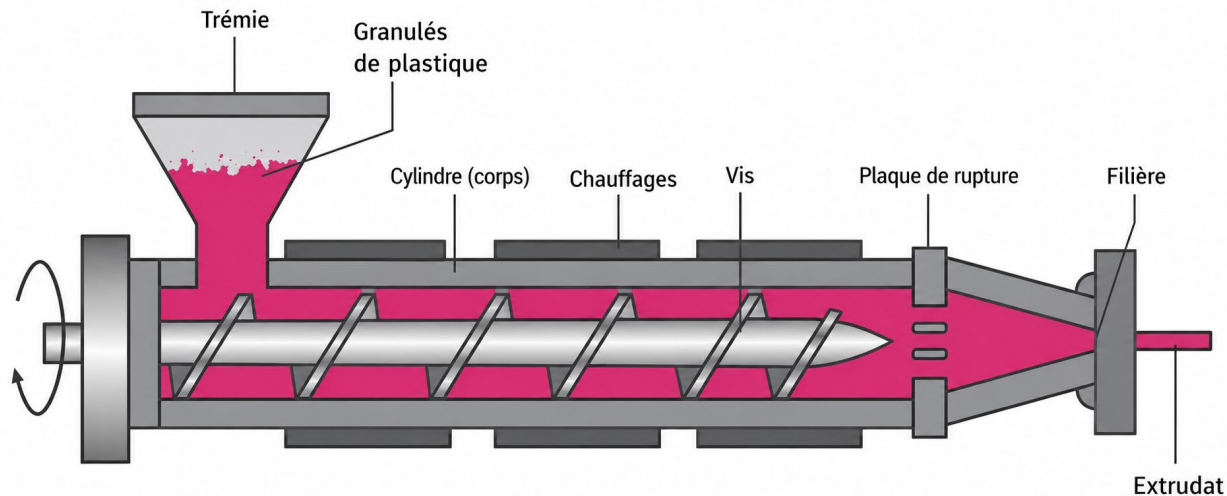


“
**Une fois la visibilité établie,
l'étape suivante est
l'optimisation des décisions.**”



Introduction aux plans d'expériences (DOE) pour optimiser la suite.

Le challenge expérimental



Extrusion Polymère

Ces derniers mois, la production de polymères a subi une forte variabilité. Après analyse des données historiques, il a été identifié que cette variabilité provenait d'une des matières premières, approvisionnée par trois fournisseurs différents.

Le procédé de production doit donc être ajusté afin d'être robuste face à cette variabilité matière et de maintenir le produit dans les spécifications.

Les expérimentations étant réalisées directement en environnement de production, chaque essai est particulièrement coûteux.

Le processus complet de Plans d'expériences

Analyse des données

Collecte des données

Optimisation

Identifier les réglages optimaux pour obtenir la réponse souhaitée.

05

Préparation

Définir l'objectif de l'expérience et la réponse souhaitée.

01

Planification de l'expérience

Choisir les combinaisons des valeurs des facteurs à tester = plan expérimental.

02

Réalisation de l'expérience

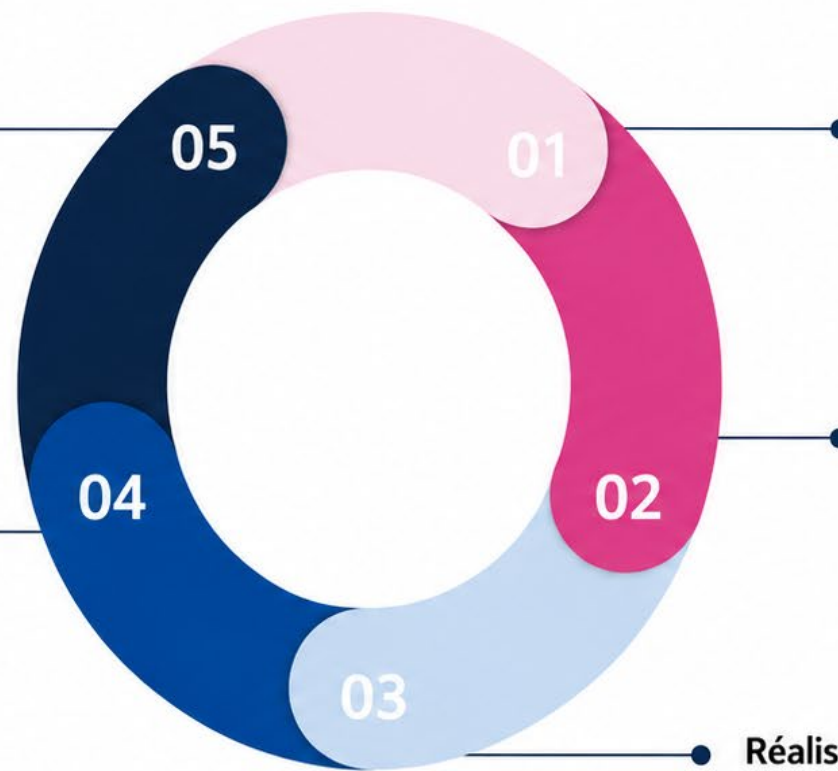
Effectuer les essais selon le plan expérimental dans les installations du client.

03

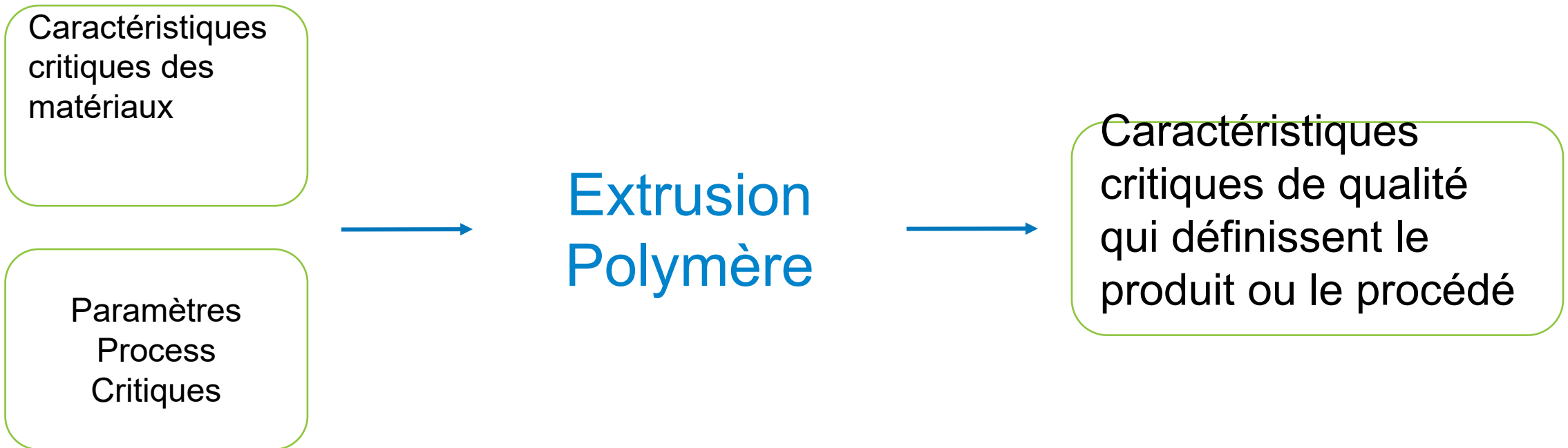
Sélection du modèle

Découvrir l'influence des facteurs d'entrée sur les réponses à l'aide de graphiques interactifs.

04



Mise en place de l'expérience



L'expérience est limitée à **24 essais**, car la réalisation de chaque essai est extrêmement coûteuse en termes de matériel et de temps

Facteurs expérimentaux et réponses mesurées



Type Facteur	Nom Facteur	Niveaux Facteur
CCM	Fournisseur (catégorie)	A, B, C
PPC	Température four (°C)	[180,200]
	Temps dans le four (h)	[7,9]
	Pression (MPa)	[75,84]

- 1 Caractéristiques Critiques Matériaux:
 - Catégorie à 3 niveaux
- 3 Paramètres Process Critiques
 - Tous contrôlables
 - Tous numériques
- Il est essentiel de déterminer les plages des facteurs

CCQ	Sens Optimization	Valeur	Valeur Ciblée
Residue (ppm)	Minimisation	<50	25
Densité (g/cm3)	Cible	[0.89, 0.93]	0.91
Température fusion (°C)	Maximisation	>168	170

- 3 caractéristiques critiques de qualité avec spécifications

Etapes de la Demo Effex



1. Obtenir un plan d'expérience pour le défi de robustesse de l'extrusion de polymères

- Définir les facteurs du problème
- Définir une plage pour le nombre d'essais
- Lancer un calcul de conception optimale

2. Analyser les données expérimentales

- Importer les données depuis un fichier Excel
- Sélectionner le modèle recommandé pour chacune des trois réponses et consulter les détails du modèle
- Sélectionner un modèle pour chaque réponse en vue de l'optimisation

3. Optimiser les modèles

- Spécifier les limites inférieures et supérieures de vos réponses
- Obtenir une fenêtre robuste de conditions de fonctionnement permettant de prédire un produit conforme, quel que soit le fournisseur

Démonstration

Plans expérimentaux optimisés
Avec Minitab DOE by Effex



Ce que nous avons fait

- Comparé les différents plans d'expérimentation entre eux et sélectionné celui offrant le meilleur compromis entre le nombre d'essais et les propriétés
- Analysé un ensemble de données à réponses multiples afin d'obtenir un modèle intégrant des effets linéaires et non linéaires (sélectionnés) pour chaque réponse
- Exploré graphiquement la relation entre les facteurs et les réponses, et obtenu un ensemble robuste de conditions de fonctionnement permettant de s'adapter aux matières premières provenant des trois fournisseurs



Avantages de Minitab DoE by Effex

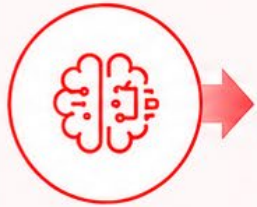
- Petits plans d'expériences efficaces présentant des propriétés optimales
- Guide pour le choix d'un plan d'expérience et d'un modèle statistique
- Outils de visualisation interactifs et intuitifs pour l'optimisation à réponses multiples

Libérer l'intelligence opérationnelle. Des données aux décisions.

La valeur combinée de la gestion des données et de l'optimisation des décisions.

Ce que cela permet


Impact pour l'entreprise :



 Décisions opérationnelles plus rapides

 Gestion proactive

 Variabilité réduite

 Meilleure allocation des ressources

Parcours de transformation de bout en bout



De données fragmentées



Vers une intelligence opérationnelle connectée

Ensemble, nous transformons des données déconnectées en décisions fiables.

Bénéfices pour l'entreprise

Domaines d'impact potentiel :




 Gains de temps

 Décisions plus rapides

 Meilleure cohérence des KPIs

 Agilité opérationnelle

 Capacité à monter à l'échelle



Nous établissons la visibilité et la confiance dans les données.



Nous optimisons les décisions et les actions en temps réel.



Nous générons un impact mesurable à l'échelle de l'entreprise.

Un parcours intégré unique.
Des résultats durables.

Prochaines étapes / Vision future



Passer à l'échelle avec plus d'équipes/sites

Étendre l'adoption à davantage de fonctions, de sites et d'opérations mondiales.



Intégrer des analyses prédictives

Exploiter des modèles avancés pour anticiper les résultats et les risques.



Étendre les cas d'optimisation

Créer davantage de valeur en résolvant de nouveaux défis opérationnels et métier.

“

Il ne s'agit pas seulement de déployer des analyses –
il s'agit de **transformation opérationnelle**.



Des décisions plus solides.



Des opérations plus intelligentes.



Un impact durable.

Merci

