

Faire plus avec moins :
Un esprit dans l'air du temps et
son impact sur notre industrie

Lucas Equeter

Junior lecturer

Service de Génie Mécanique
Faculté Polytechnique
Université de Mons

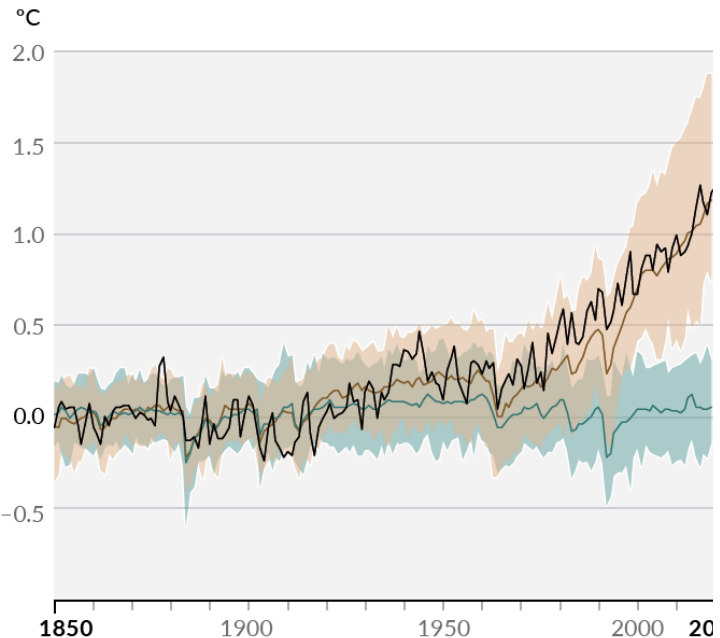
Pierre Dehombreux

Full professor

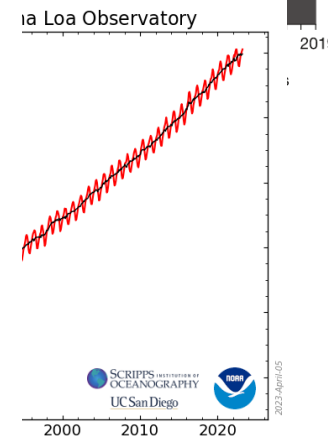
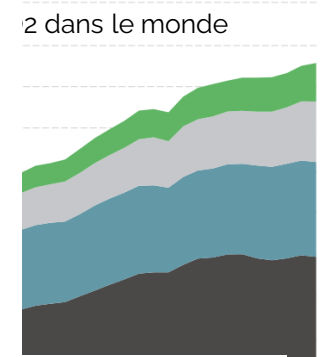
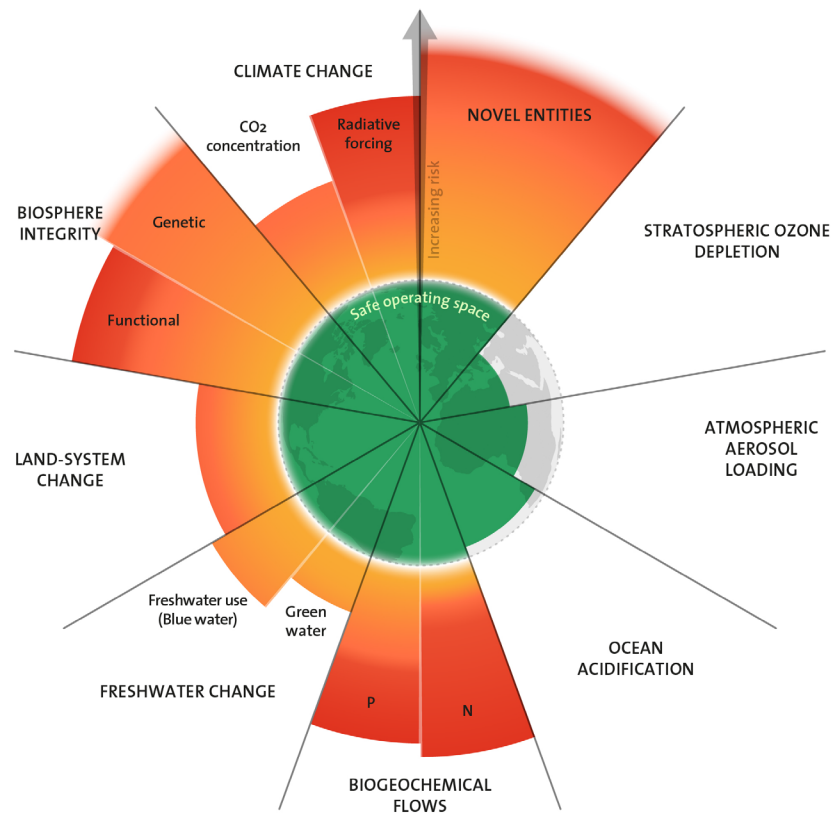
Service de Génie Mécanique
Faculté Polytechnique
Université de Mons

Faire plus avec plus : pas une vision d'avenir

(b) Change in global surface temperature (annual average) as **observed** simulated using **human & natural** and **only natural** factors (both 1850-



GIEC 2021
 Ministère de la transition écologique (France)
 noaa.gov (2023)
 Azote for Stockholm Resilience Centre, based on analysis in Richardson et al 2023.



Year

SCRIPPS INSTITUTION OF OCEANOGRAPHY
 UC San Diego
 NOAA

2023-April 05



Faire plus avec **plus** de data : perte de repères

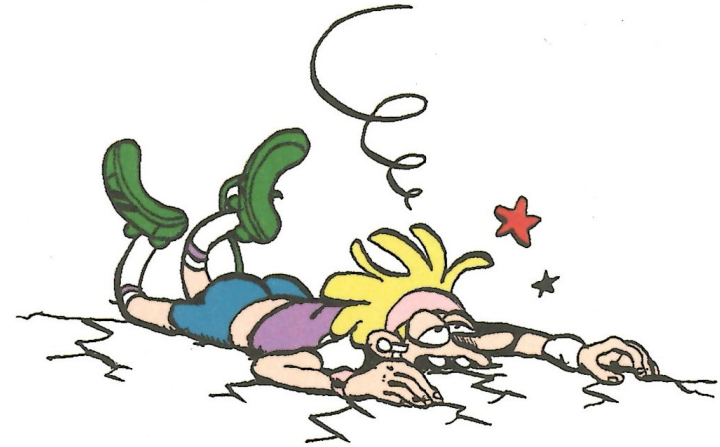
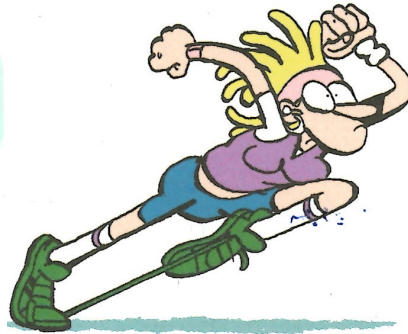
VOTRE TENSION
ARTÉRIELLE EST
DE 17/10.

VOUS AFFRONTÉZ UN
VENT DE FACE FORCE 2.

VOTRE TAUX
DE GLUCÉMIÉ
EST À 0,82 g/L.

VOTRE POUŁS ATTEINT
143 BATTÉMENTS/MN.

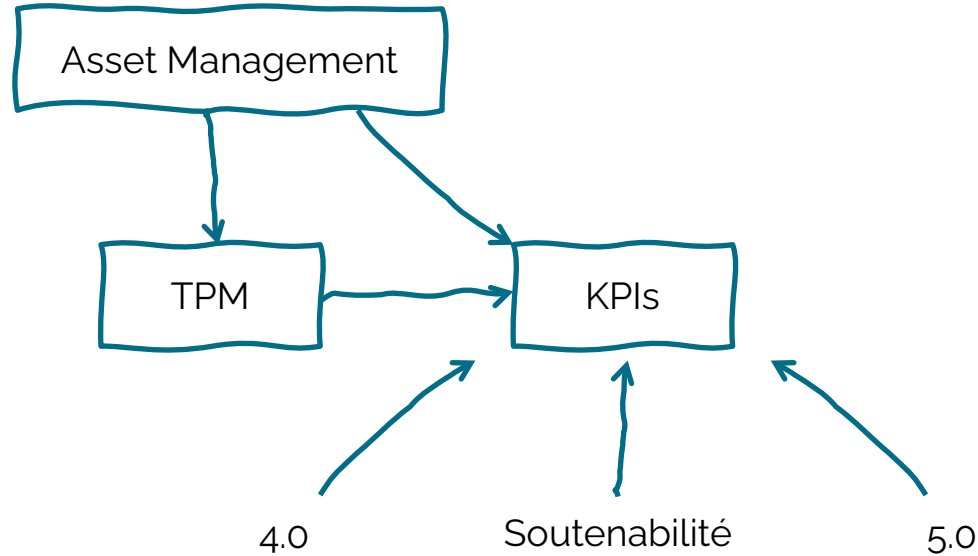
IL VOUS RESTE
6,753 KM À
PARCOURIR.



FABRICE ERRE

Vignettes extraites de Fabrice Erre, Réseau-Boulot-Dodo, Fluide Glacial, mai 2022

Quels outils pour une maintenance frugale ?



Asset management : les principes

ISO 55000

Valeur

- Matérielle ou non
- Financière ou non
- Déterminé par l'organisation
- Fonction des objectifs de l'organisation

- À énoncer clairement
- Gestion du cycle de vie
- Documentation des processus décisionnels

Alignement

- Objectifs
- ↓
- Décisions, plans, etc.

Leadership

- Définition des rôles
- Sensibilisation
- Consultation

Garantie

- Performance
- Capacité
- Amélioration continue
- Ressources, personnel

ISO 55000:2014 - Gestion d'actifs : Aperçu général, principes et terminologie

Asset management : les principes

ISO 55000

Valeur

- Matérielle ou non
- Financière ou non
- Déterminé par l'organisation
- Fonction des objectifs de l'organisation

- À énoncer clairement
- Gestion du cycle de vie
- Documentation des processus décisionnels

Alignement

- Objectifs
- ↓
- Décisions, plans, etc.

Leadership

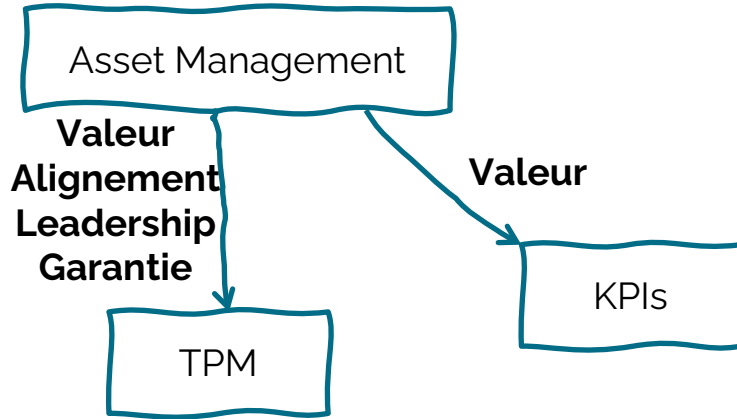
- Définition des rôles
- Sensibilisation
- Consultation

Garantie

- Performance
- Capacité
- Amélioration continue
- Ressources, personnel

ISO 55000:2014 - Gestion d'actifs : Aperçu général, principes et terminologie

Quels outils pour une maintenance frugale ?



TPM en soutien à l'Asset Management

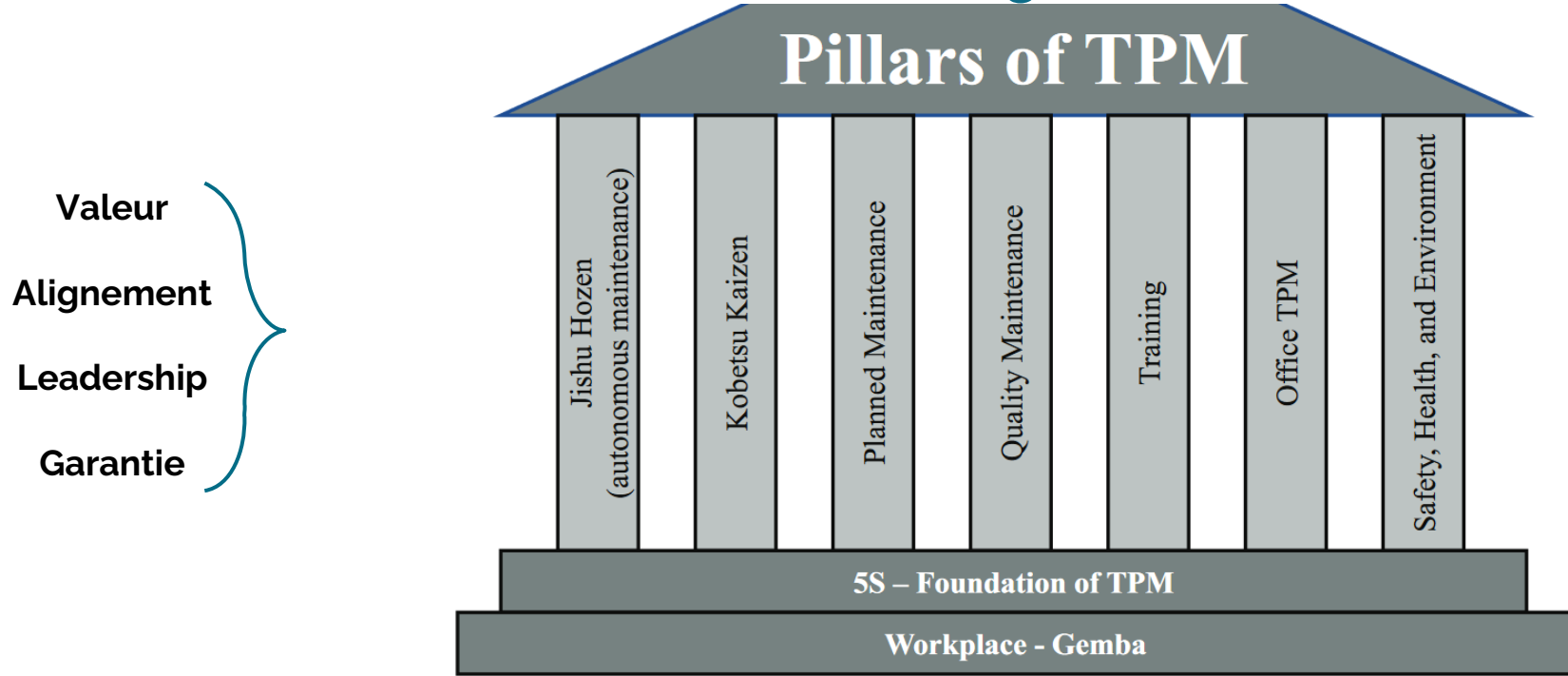


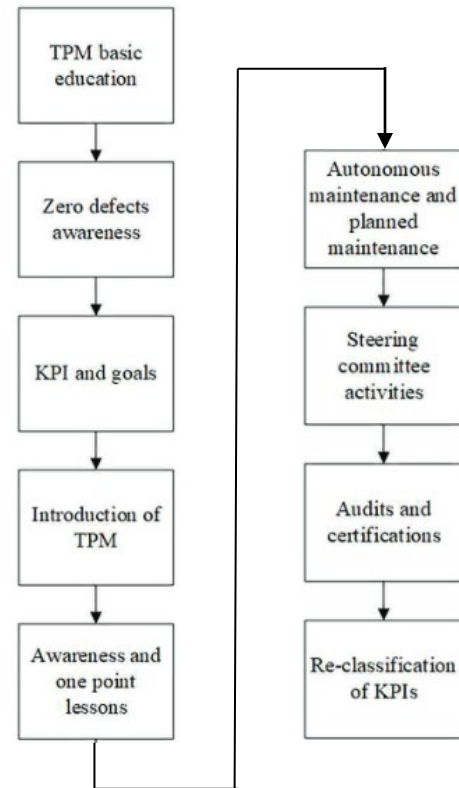
Image : Agustiady and Cudney. Total Productive Maintenance: Strategies and Implementation Guide. 2e éd. CRC Press, 2023.

TPM en soutien à l'Asset Management ... En pratique

Valeur
Alignement
Leadership
Garantie

Périodes	Objectifs	Étapes	Actions
Préparation	Préparer le projet	1	Décision de la direction générale Définition des objectifs généraux
		2	Formations et communication
		3	Définition de la structure TPM® Réaliser un chantier pilote
	Affiner le projet en fonction de l'expérience apportée par le pilote	4	Définition de la politique TPM® et de ses objectifs en terme de P Q C D S M
	Établir le Master Plan	5	
Lancement		6	
Déploiement	Améliorer la performance du système de production	7	Développer les Piliers 1 à 4
	Obtenir les conditions initiales	8	Lancement Pilier 5
		9	Lancement Pilier 6
		10	Lancement Pilier 7
		11	Lancement Pilier 8
Amélioration permanente		12	

La mise en place



Bufferne. Le guide de la TPM, total productive maintenance. Éditions d'Organisation, 2006.

Agustiady and Cudney. Total Productive Maintenance: Strategies and Implementation Guide. 2e éd. CRC Press, 2023



TPM en soutien à l'Asset Management

... En pratique

Est-ce que ça fonctionne ?



Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

International Journal of
**production
economics**

Implem

F

* Depar

* Dep

Abstract

The scien
dramaticall
company sh
productive o
reducing th
utilization, b
implementat
implem in
theory, diffi
analysis. M
gained from
shown to be
by 83%.
© 2003 Else

Keywords: As

1. Introduc

Recent t
systems in
far as cost
and suppl
facturing s
*Correspond
2858-6535.
E-mail add
0925-5271X-
04(10)1056J

● *Effective equipment management:* There was about 83% improvement in equipment productivity improvement after TPM implementation. Also, the equipment stoppage rate was reduced from 517 to 89 times. This tremendous improvement enhanced the equipment in both effectiveness and quality in product produced.

● *Empowerment of employees:* Empowerment of workforce caused a development of cheerful and relaxed workplace for people. Growth of work habits, technical development and promotion of cross-team created an enthusiastic workforce to enhance the company in both cost power and image.



Available online at www.sciencedirect.com

SciVerse ScienceDirect

Procedia
Engineering

Procedia Engineering 51 (2013) 592 – 599

www.elsevier.com/locate/procedia

Chemical, Civil and Mechanical Engineering Tracks of 3rd Nirma University International Conference on Engineering (NICEE-2012)

Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study

*Ranteshwar Singh, *Ashish M Gohil, *Dhaval B Shah*, *Sanjay Desai

*Student, Institute of Technology, Nirma University, Ahmedabad, 382415, India
*Assistant Professor, Institute of Technology, Nirma University, Ahmedabad, 382415, India
**CEO, ABC Engineers Ltd., Bharu, Gandhinagar, 382721, India

Abstract

Quality and Maintenance of manufacturing systems are closely related functions of any organization. Over a period of time two concepts have emerged which are Total Productive Maintenance (TPM) and Total Quality Management (TQM) along with other concepts to achieve World Class Manufacturing system. In this paper, experience of implementing Total Productive Maintenance is shared and

4. Conclusion

Following conclusion is derived from implementation of TPM in the machine shop of automotive company:

1. Success of TPM depends on various pillars like 5-S, Jishu Hozen, Planned Maintenance, Quality maintenance, Kaizen, Office TPM and Safety, Health & Environment.
2. Overall Equipment Effectiveness has improved from 63% to 79% indicating the improvement in productivity and improvement in quality of product.
3. It is observed that most of the defective components are because of the previous process namely casting hence to improve the productivity efforts must also be given to previous process as well.
4. The key factors for this implementation are workers involvement and top management support. Still world class TPM implementation is possible with continual support at all the levels along with the supply of necessary resources.

José Roberto Díaz-Reza
Jorge Luis García-Alcaraz
Valeria Martínez-Loya

Impact Analysis
of Total
Productive

Díaz-Reza et al. Impact Analysis of Total Productive Maintenance: Critical Success Factors and Benefits. Cham: Springer International Publishing, 2019

Chan et al. Int J of Prod Econ 95 (1) (2005)

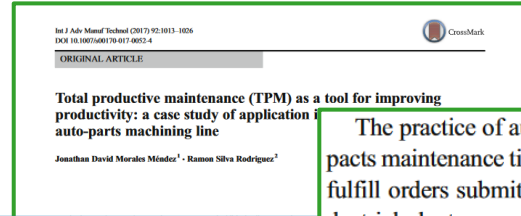
Singh et al. Procedia Engineering 51 (2013)



TPM en soutien à l'Asset Management

... En pratique

Est-ce que ça fonctionne ?



The development of the sense of belonging promoted a climate of continuous effort belonging. The interest of operators for their work and performance was stimulated, presenting advantages at all levels. In addition to the planning work operating performance level, there were workers' attitudes. These results are consistent with the reported by Gupta, Tewari et al. (2016) the TPM establishes a close relationship between the maintenance and productivity, showing that proper equipment maintenance results in higher productivity. These authors also point out that the process of continuous improvement that creates a sense of ownership in each machine operator and supervisors. Currently, in companies, the operators' working profile is associated with the sense of responsibility which each individual is responsible, and studies imply that the creation of these tasks is based on models developed by top management and applied to jobs hierarchically lower, putting the TPM in the process where they only assume the functions presented to them (Wrzesniewski, LoBuglio et al., 2016) emerges the need to design, plan and implement strategies and tools able to promote emotional ownership strategies and mechanisms that can make the companies more sustainable, because the existence of TPM promotes a sense of psychological ownership ensures the commitment of workers and generates higher productivity.

The practice of autonomous maintenance significantly impacts maintenance times since processing and waiting times to fulfill orders submitted to the maintenance department of industrial plants are avoided.

Operators strategically trained on how to solve problems in the workplace markedly reduce losses in the productive sector and contribute to the improvement of productivity as well.

TPM implementation promotes a culture of failure analysis and appropriation of methodologies for troubleshooting at a high level of effectiveness.

TPM implementation not only contributes to the initial increase of the equipment availability but also to the efficiency. Moreover, a team supported by the TPM guarantees higher product quality and thus all three facets of the OEE are improved.

In summary, the TPM is a philosophy that involves the entire organization thus increasing levels of knowledge, performance, efficiency, and teamwork in every area.

José Roberto Díaz-Reza
Jorge Luis García-Alcaraz
Valeria Martínez-Loya

Impact Analysis of Total Productive Maintenance

Critical Success Factors and Benefits

Springer

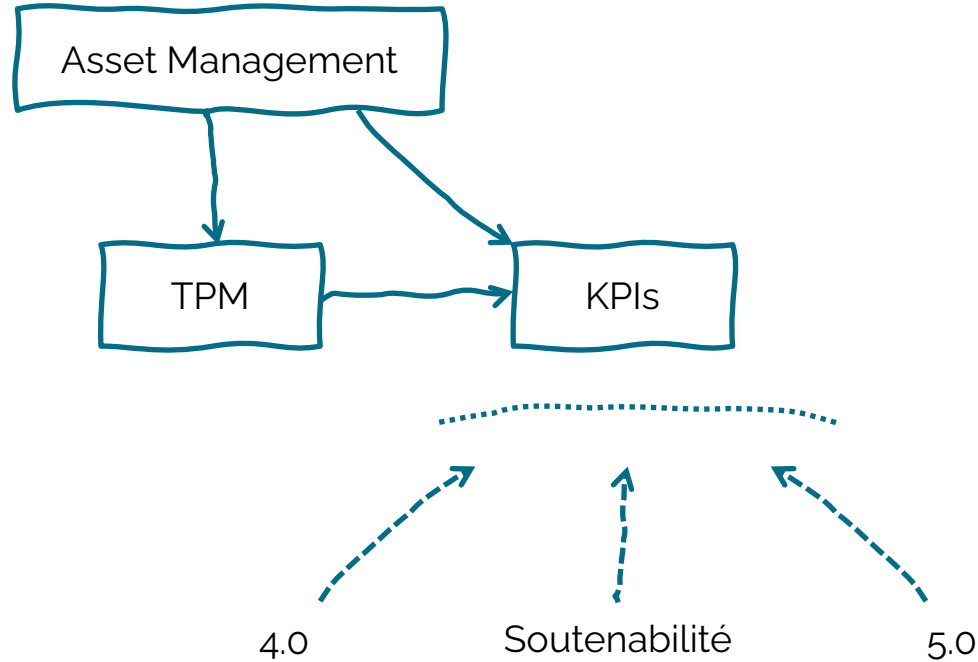
Díaz-Reza et al. Impact Analysis of Total Productive Maintenance: Critical Success Factors and Benefits. Cham: Springer International Publishing, 2019

Pinto et al. Procedia - Social and Behavioral Sciences 217 (2016)

Morales Méndez et al. Int J of Adv Manuf Tech 92 (1-4) (2017)



Choisir au mieux ses KPIs dans ce contexte ?



KPIs : L'apport du 4.0

- Vastes possibilités largement documentées
- Basées sur la diversité de capteurs
- Possibilité d'analytics, etc.
- La TPM bénéficie globalement du 4.0

- Fourmillement d'indicateurs
- Risque de perte de vue des valeurs



Alignement

- Objectifs
- ↓
- Décisions, plans, etc.

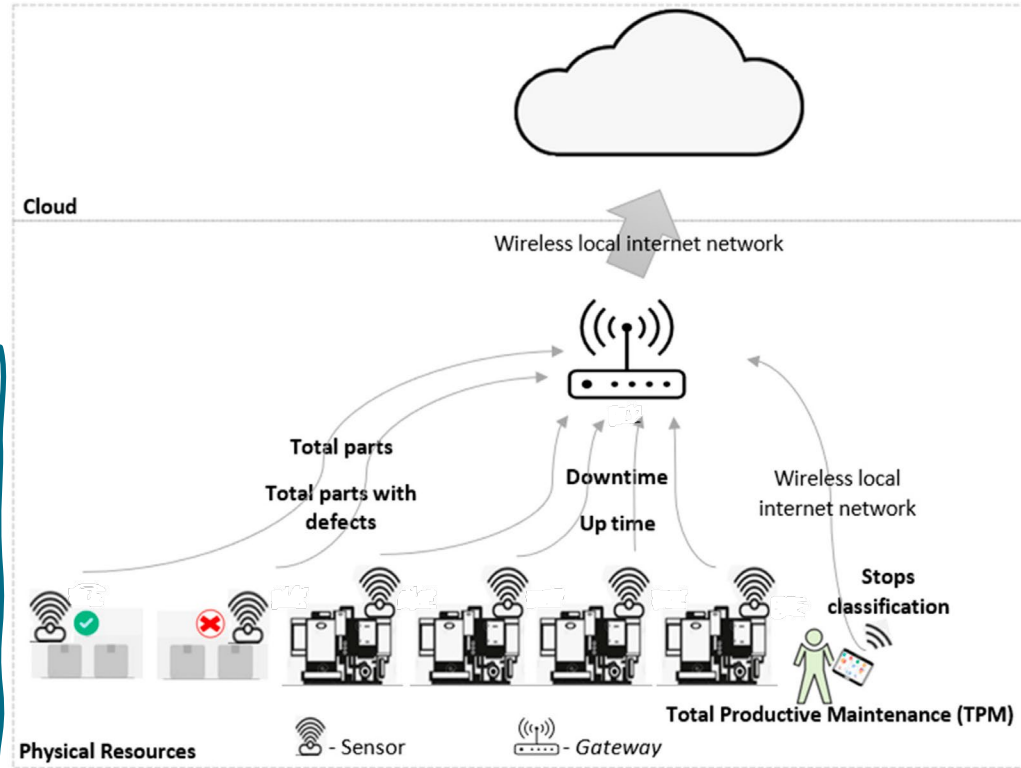


Image : Mendes, et al. Processes 11 (7) (2023).

Sanders et al. in: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2017, Hamburg, Germany, Proceedings, Part II. Vol. 514. Springer International Publishing, 2017.



KPIs : L'apport de la soutenabilité

- Indicateurs moins clairement normés
- Exemples :
 - World Economic Forum (WEF),
 - Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) – UK
 - Global Environmental Management Initiative (GEMI) – US
- Couvrent les mêmes variables
- Approche macro/micro
- Evaluation issue de la méthodologie LCA

WEF	DEFRA	GEMI
Dimensions of measures in use for environmental performance metrics		
Air quality	Emission to air	Permitted air emission
Water quality	Emission to water	Amount of water used
Land protection	Emission to LAND	Quantity of toxic chemical released
Climate change	Resource use	Amount of hazardous waste generated
		Number of recordable injuries/illnesses
		Number of lost workday cases
		Number of notices of violation
		Type/volume of non-regulated materials recycled
		Type/volume of non-regulated materials disposed
		Amount of dollar fines
		Number/type of reportable releases
		Amount/type of fuel used
		Total annual EHS operating costs
		Number of regulatory inspections
		Ozone depleting substance use
		Total annual EHS capital costs



Alignement

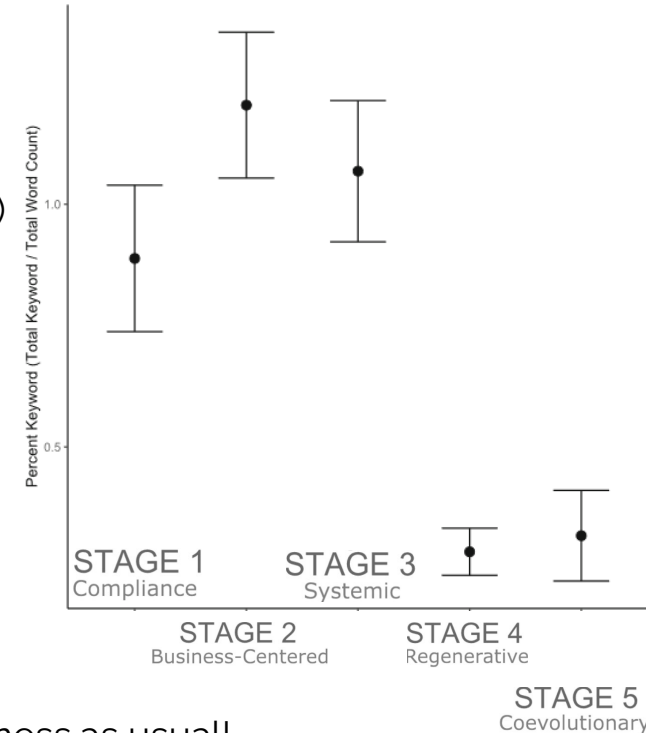
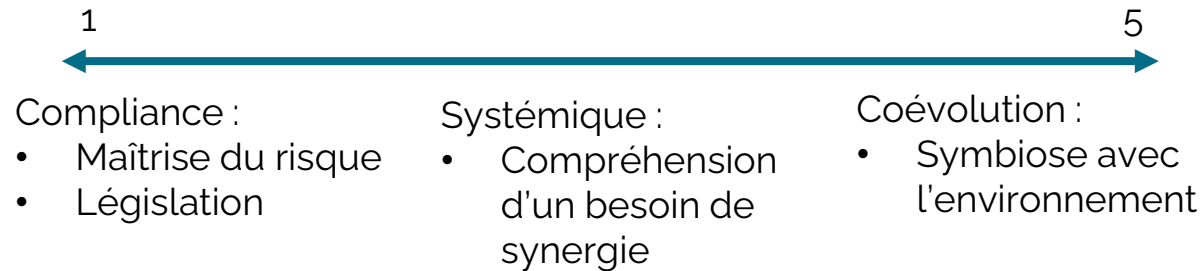
Nadeem et al. in: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2017, Hamburg, Germany, Proceedings, Part II. Vol. 514. Springer International Publishing, 2017.



Soutenabilité faible et soutenabilité forte : choix des KPIs

Évaluation :

- Orientation scientifique (économie vs. écologie)
- Compréhension de la soutenabilité (compliance vs. symbiose)
- Relation au milieu naturel (exploitation vs. symbiose)
- Approche de la croissance économique (croissance vs. décroissance)
- Approche de la soutenabilité (défensive vs. Coopérative)



Constat : globalement, stratégies industrielles = soutenabilité faible, business as usual!

Demastus et al. Business Strategy and the Environment 33 (2) (2024)

KPIs : L'apport du 5.0

Ramener l'humain au centre du process

- Gestion de la connaissance
- Gestion des compétences
- Gestion d'équipes
- Gestion du stress
- Formation
- Un fourmillement d'autres expériences



Psarommatis et al. J of Manufacturing Systems 68 (2023)
Image : Copilot/Dall-e 3

Lier les KPIs aux valeurs d'Asset Management

Valeurs [ISO 55000:2014]

- Énoncé clair de la manière dont les objectifs de gestion d'actifs s'alignent sur les objectifs de l'organisation
- Utilisation de l'approche de gestion de cycle de vie pour réaliser de la valeur avec des actifs
- Établissement de processus décisionnels reflétant le besoin des parties prenantes et définissant la valeur

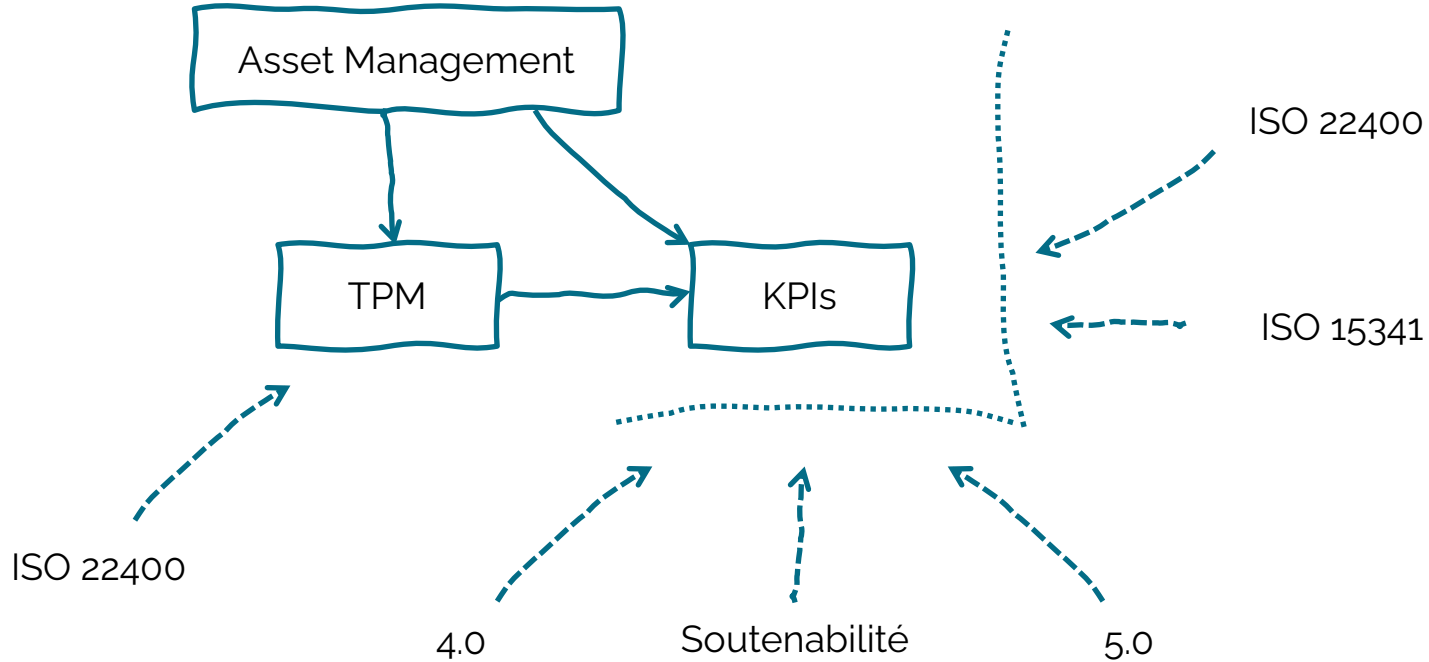
Traduction numérique des objectifs de l'organisation

KPI

- Mesure **quantitative ou qualitative** d'une caractéristique selon une formule ou un questionnaire donné [ISO 15341:2019+A1:2022]
- Mesure quantifiable et stratégique qui reflète les **facteurs critiques de réussite d'une entreprise** [ISO 22400]

**Définition beaucoup plus vague
→ Principe de parcimonie**

KPIs – Apports normatifs



ISO 22400:2014 - OEE

$$OEE = TD \times TP \times TQ$$

Clé de voûte de la TPM

- Indicateur principalement économique
- Pas exempt de critiques : variations au sein même de ISO 22400
- Évolutions possibles ?

- TD = taux de Disponibilité
- TP = taux de Performance
- TQ = taux de qualité

- IE = impact environnemental
- IS = impact social



$$SOEE = TD \times TP \times TQ \times IE \times IS$$



Les indicateurs de la norme EN 15341:2019+A1:2022

Fonction	Domaines			
Asset Management (PHA20)	Durabilité (2E)	Capacité, Efficacité, Intégrité	Niveau de service	Economique
Santé Sécurité Environnement (HSE22)	Conformité aux réglementations	Suivi statistique (9S (accidents))	Pratiques (2S 2E)	Prévention et amélioration (2S 2E)
Gestion (M22)	Stratégie	Fonction	Technologique	Amélioration continue
Compétences (P21)	Maintenance Manager	Superviseur / Ingénieur	Agent technique Spécialiste	Formation (8S)
Ingénierie (E19)	Capablity Criticaliy	Durabilité	Maintenance préventive	Amélioration en ingénierie (1E)
Organisation et support (O&S30)	Structure	Planification	Productivité Efficacité	Qualité
Administration approvisionnement (AS29)	Economie	Budget et contrôle	Sous-traitance	Matériaux et pièces de rechange
Technologies Information Communication (ICT20)	Gestion (1E)	Administration et Approvisionnement	Organisation et support	Ingénierie (1E)

En résumé : les apports normatifs

ISO 55000 « Asset management »

- Point de vue « macro »
- Focus sur les objectifs de l'organisation
- Valeur – Alignement – Leadership - Garantie

ISO 22400 « Gestion des opérations de production »

- Point de vue « micro »
- Focus sur les éléments stratégiques
- TPM, OEE

ISO 15341 « Indicateurs de performance en maintenance »

- Point de vue « transversal »
- Focus sur la maintenance
- 183 KPIs

Trois approches complémentaires (mais pas nécessairement suffisantes)

En résumé : le KPI est :

ISO 55000

- Aligné aux valeurs de l'organisation
- Compréhensible, accessible, partagé
- Documenté, suivi, évalué

ISO 22400

- Potentiellement, l'OEE... Ou une de ses variantes

ISO 15341

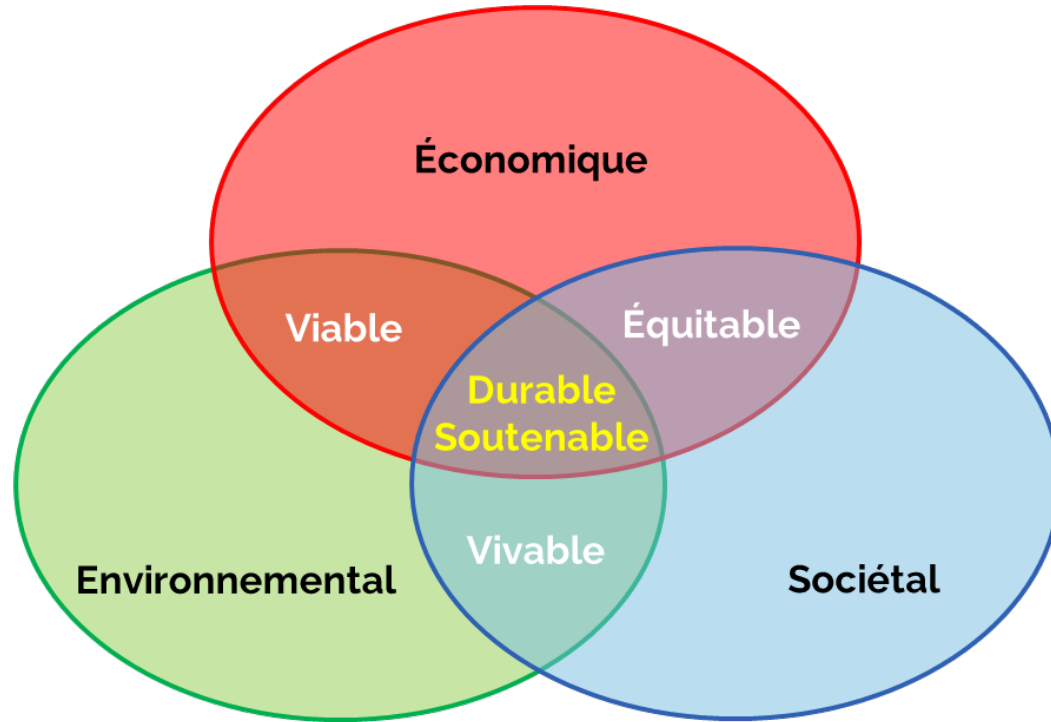
- Potentiellement, choisi parmi 183 propositions

Pour être soutenable, le KPI :

Contribue à la soutenabilité
économique

Contribue à la soutenabilité
environnementale

Contribue à la soutenabilité
sociale



Faire plus avec moins : survie ou soutenabilité ?



Image : Copilot/Dall-e 3