



## R6.09 Organisation et pilotage industriel TRS - TPM

Carine Verdet

# SOMMAIRE

1. Indicateurs agrégés pour les machines : TRS , TRG
2. Indicateurs agrégés pour les opérations manuelles : OPE, OPR
3. TPM - Total Productive Maintenance

# OBJECTIFS DE LA FORMATION

Etre capable de :

1. Suivre les performances de la production par l'exploitation du TRS
2. Repérer les pertes de productivité des équipements et proposer des plans d'amélioration
3. Participer à la mise en place de la TPM

# 1. LE TRS – TAUX DE RENDEMENT SYNTHÉTIQUE OEE - OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS

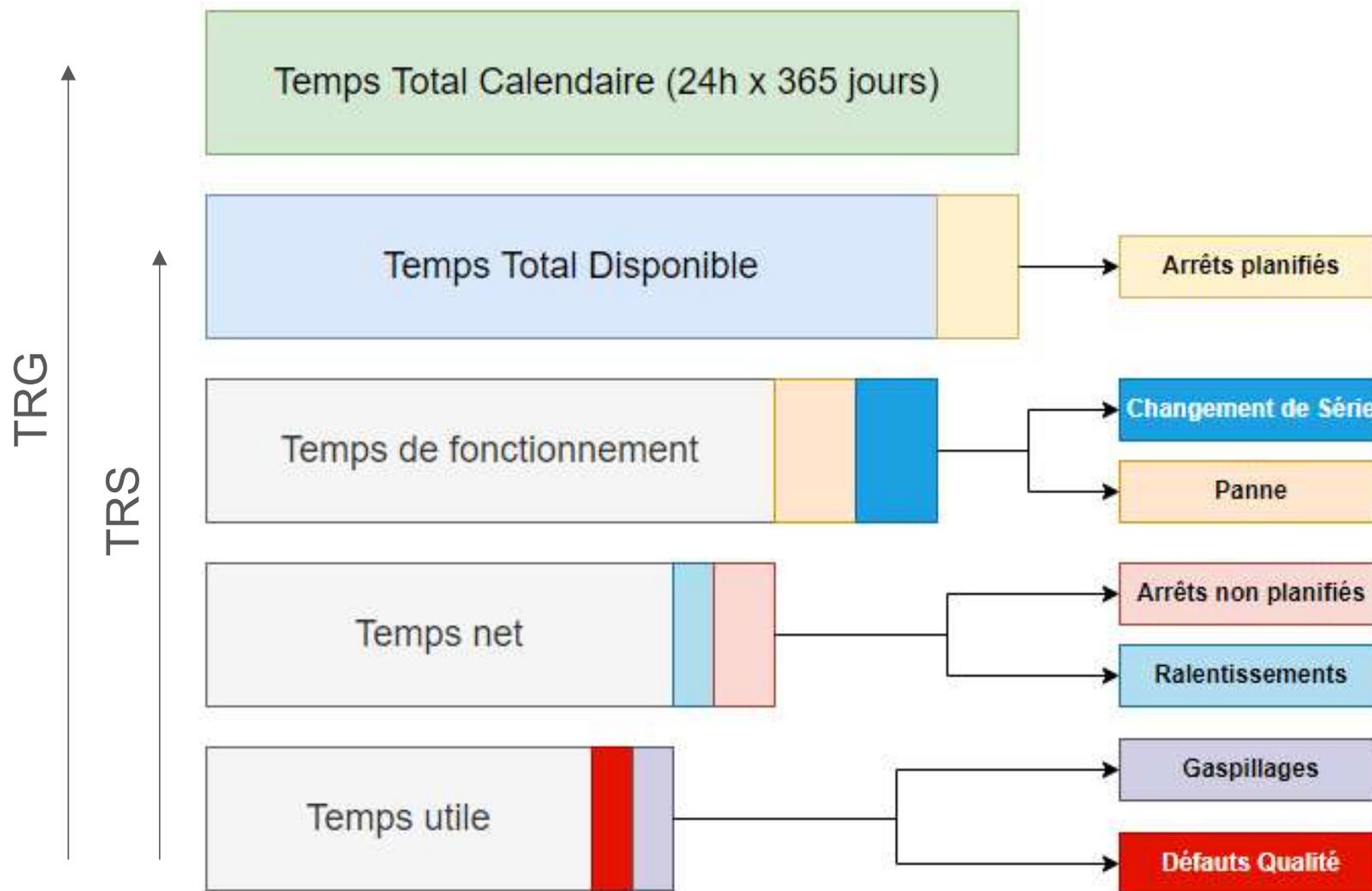
Est-ce que mon  
équipement  
fonctionne au mieux  
de ses spécifications ?

en temps de fonctionnement  
en qualité produite



# 1.1. LES CAUSES DE NON-TRS

TRS = Temps Utile / Temps Total Disponible .... exprimé en %



# 1.1. ARRÊTS PLANIFIÉS

Horaires non prévus pour l'exploitation (vacances, week-ends, nuits, selon organisation)

Pauses planifiées  
maintenance préventive  
casse-croute (si arrêt)  
nettoyage



Les temps payés mais non inclus dans le temps de travail (douche, habillage...) ne sont pas des arrêts planifiés

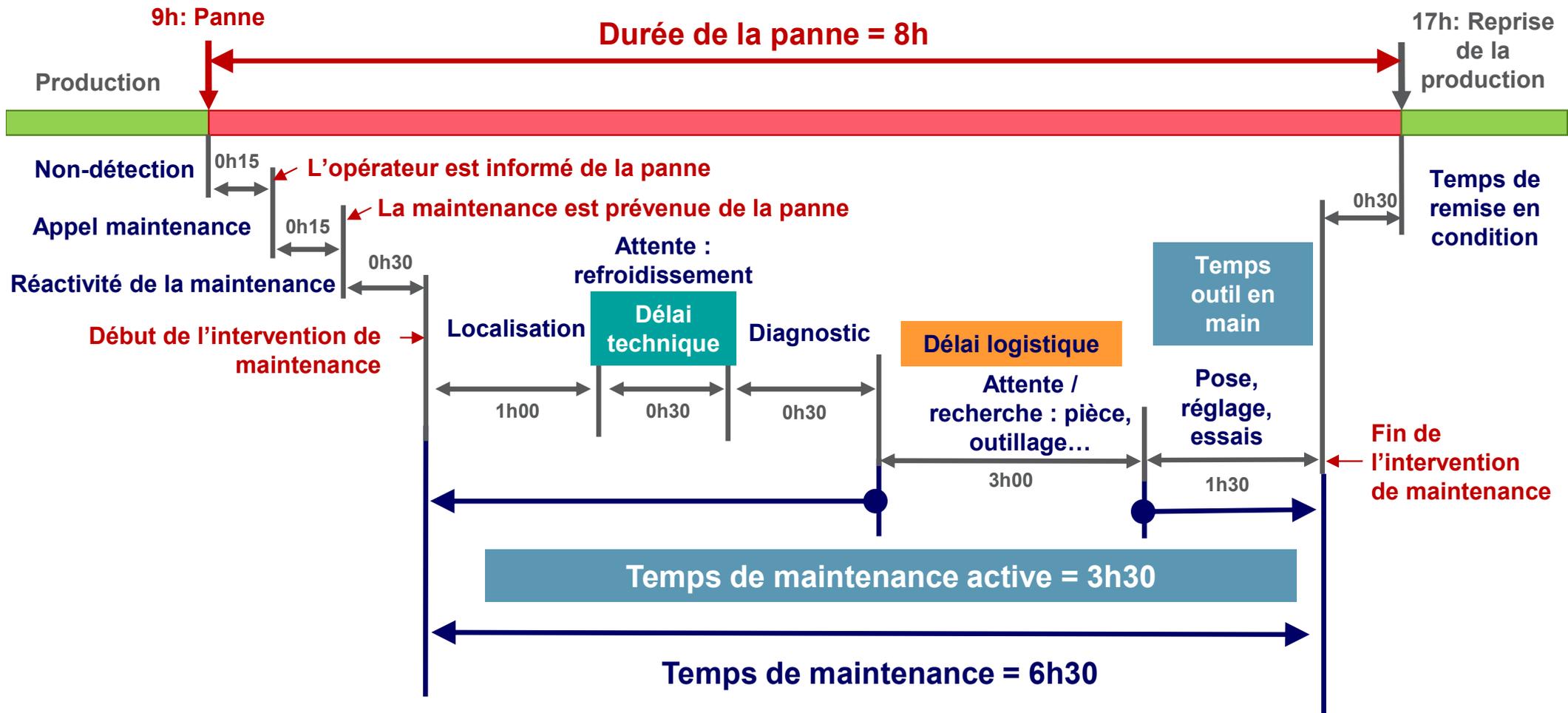
# 1.1. PANNES

Temps perdu en raison de pannes machine  
...du moment où la machine s'arrête jusqu'à la 1<sup>ère</sup> pièce bonne après intervention



Une panne qui se prolonge ne devient pas un arrêt planifié  
Le temps d'intervention enregistré par la maintenance n'est pas le temps d'arrêt machine

# 1.1. PANNES



# 1.1. CHANGEMENTS DE SÉRIE

Temps perdu lié aux changements de série

réglage

changement d'outillage

changement de matière

changement dans l'équilibrage des opérations

arrêt /démarrage sur des équipements lourds



... de la dernière pièce bonne produite jusqu'à la 1<sup>ère</sup> nouvelle pièce bonne produite à cadence nominale



Ce n'est pas parce qu'un changement de série est au planning qu'il devient un arrêt planifié au sens du TRS

# 1.1. ARRÊTS NON PLANIFIÉS

Temps perdu pour arrêts non programmés autres que les pannes et les changements de série

manque de personnel  
manque de matière  
manque d'OF / de commande  
réunion ponctuelle  
etc...



La durée minimale des arrêts consignés dépend de l'efficacité de la gestion de la performance et de la répétabilité du processus. Assez souvent, on ne note pas ce qui est inférieur à 5 minutes.

# 1.1. RALENTISSEMENTS

Temps perdu lié à une cadence machine inférieure à sa cadence nominale

- cadence nominale : vitesse constructeur, temps gamme défini par le service méthodes
- quand plusieurs équipements sont en chaîne, on utilise la cadence nominale la plus faible



Temps perdu lors des micro-arrêts, non enregistrés ailleurs (<5min, <15min)

# 1.1. GASPILLAGES

Temps perdu à produire des pièces non conformes **détectées en cours de production ...**

*également appelé rebut, gache, scrap*

... même si elles sont retouchées pour devenir conformes



Ne pas compter les pièces liées aux changements de série ou redémarrage après une panne

# 1.1. DÉFAUTS QUALITÉ

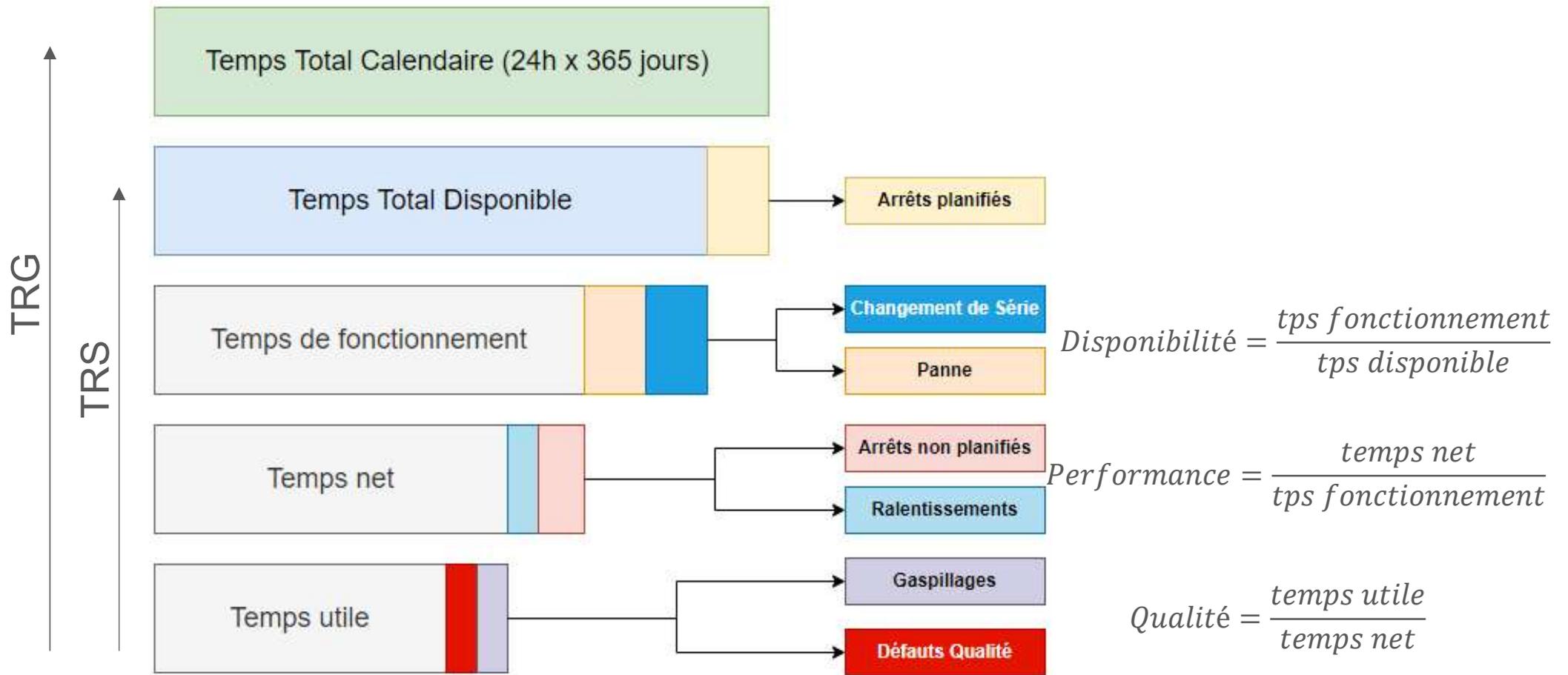
Temps perdu à produire des pièces non conformes **rejetées ultérieurement** (par un autre service, par le client)



Produits déclassés = produits avec des défauts mais pouvant servir sur une autre commande : ne sont pas toujours comptés comme défauts qualité

Décalage temporel entre la survenue du défaut et son enregistrement

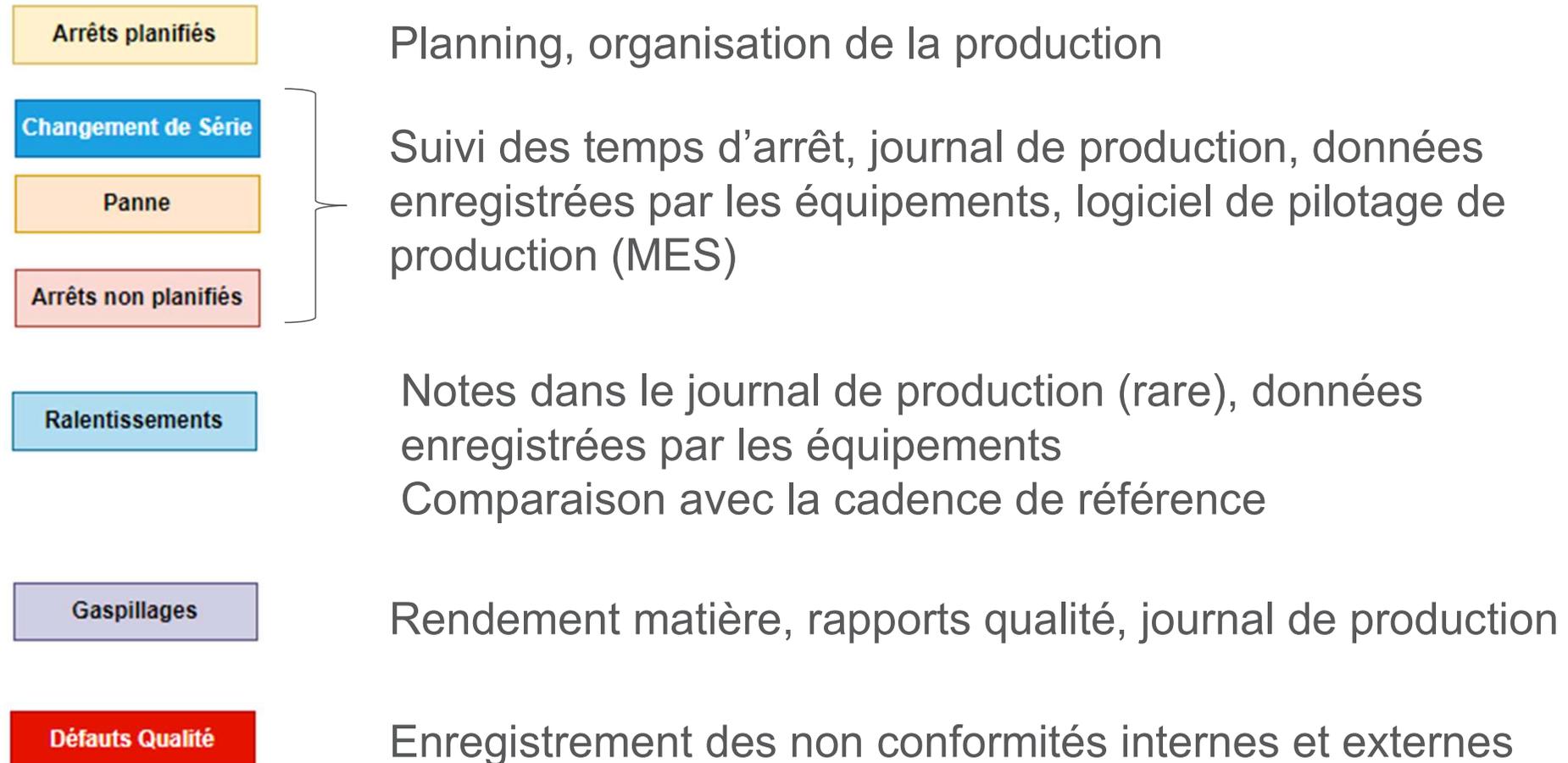
# 1.2. CALCUL DU TRS



TRS = Temps Utile / Temps Total Disponible

TRS = Disponibilité x Performance x Qualité

## 1.2. CALCUL DU TRS - ORIGINE DES DONNÉES



## 1.2. CALCUL DU TRS - ORIGINE DES DONNÉES

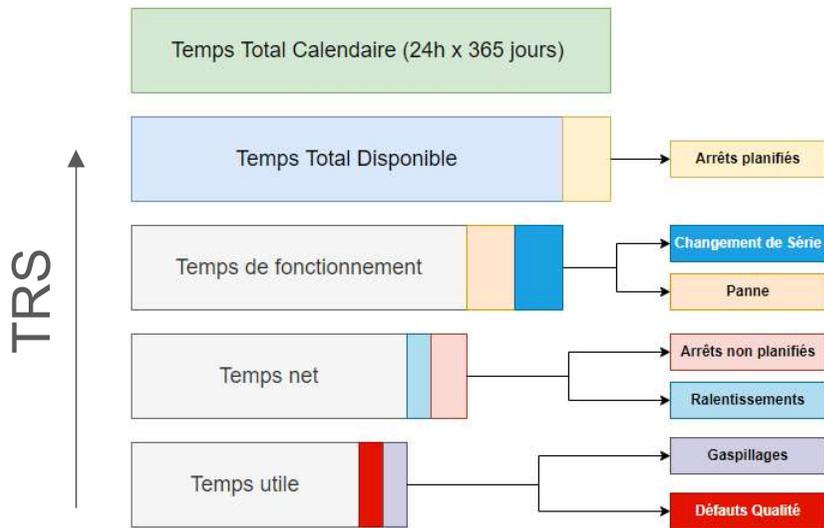
Exemple de feuille de relevé des temps d'arrêt par machine

	Arrêt planifié	Production	Panne	Changement de série	Manque matière	Manque personnel	Pas d'OF	Produit non conforme	Réunion	Autre
08:00		x								
08:15		x								
08:30		x								
08:45			x							
09:00		x								
09:15				x						
09:30		x								

## 1.2. CALCUL DU TRS

Type d'information	Données	Catégorie de pertes
Structure de la semaine	5 jours travaillés par semaine	tps ouverture
Structure des équipes	2 équipes de 7h30 avec 30 minutes de recouvrement sans arrêt machine (5h-12h30 et 12h-19h30)	tps ouverture
Pauses	30 minutes par équipe	arrêt planifié
Réunion	1 point d'1h par semaine pour chaque équipe	arrêt planifié
Bonnes pièces pour la semaine	pièces A: 4400, pièces B: 4000	
Performance de la machine définie par le service méthodes	pièces A: 9 sec, pièce B 20 sec	
Temps de cycle moyen (réel)	pièces A: 12 sec, pièce B 24 sec	ralentissement
Arrêts de production pour manque de main d'œuvre et de matière	5h/semaine	arrêt non planifié
Changements de série	2 changements d'outils de 45 min par jour 4 changements de matière de 3 min par jour	changement de série
Données qualité par semaine	600 pièces A rebutées à l'inspection 270 pièces B rebutées à l'inspection	défauts qualité
Gaspillage par semaine	100 pièces A, 135 pièces B	gaspillage
Arrêts pour panne par semaine	total de 3h pour 2 pannes	pannes
Entretien préventif entre 5h et 19h30 en semaine	1 h en 1 seule fois chaque semaine	arrêt planifié

# 1.2. CALCUL DU TRS

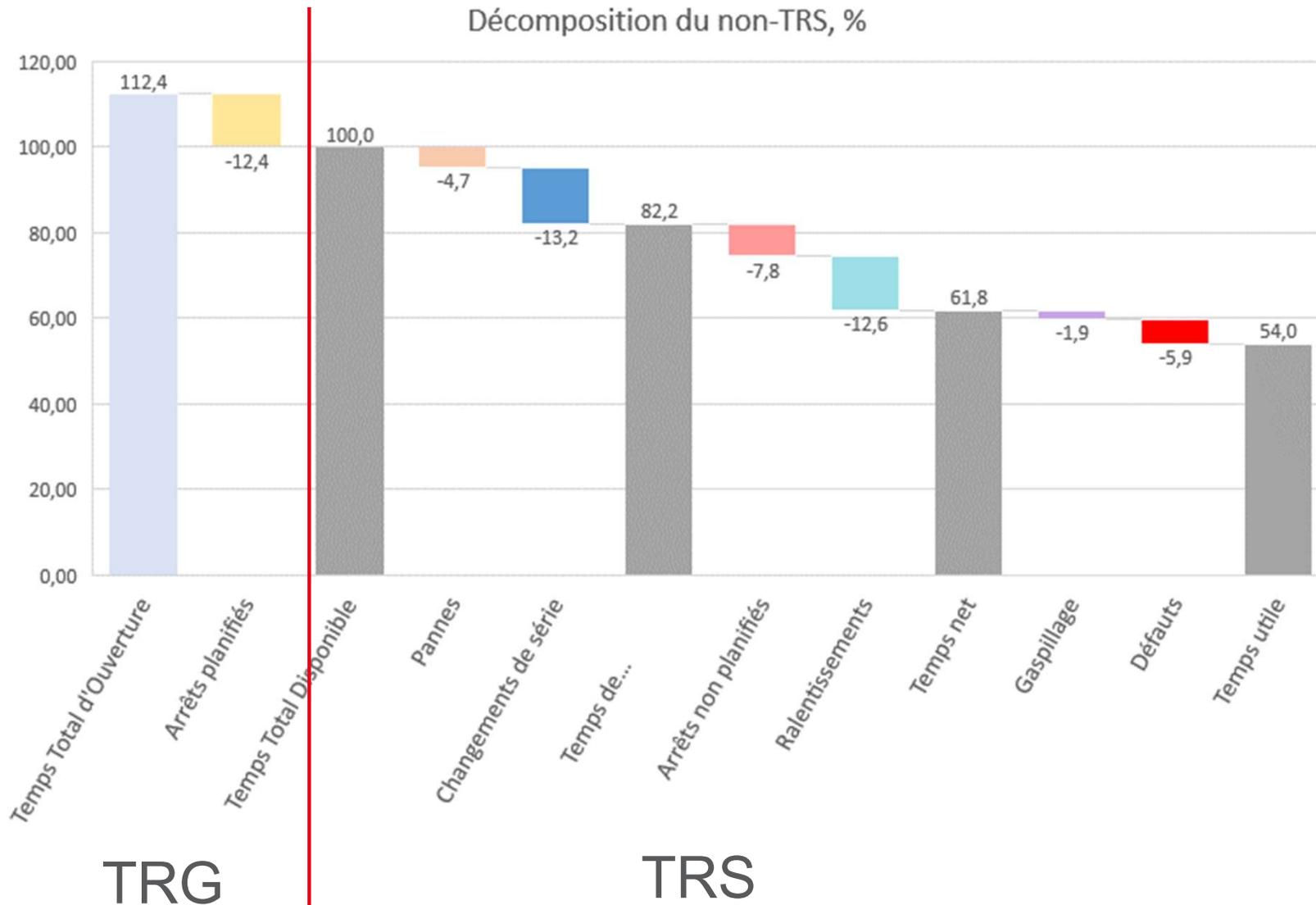


	Temps Utilisé, h	Temps Restant, h
Temps Total d'Ouverture		72,5
Arrêts planifiés	8	
Temps Total Disponible		64,5
Pannes	3	
Changements de série	8,5	
Temps de fonctionnement		53
Arrêts non planifiés	5	
Ralentissements	8,14	
Temps net		39,86
Gaspillage	1,23	
Défauts	3,8	
Temps utile		34,82

TRS = Temps Utile / Temps Total Disponible

TRS = 34,82 / 64,5 = 54%

# 1.2. CALCUL DU TRS



# EXERCICE



On a relevé sur une ligne de production les informations suivantes (par jour) :

- Temps ouvrable par jour : 8h
- Arrêts pour pause : 20 min
- Arrêts pour préparation : 20 min
- Arrêts pour pannes : 20 min
- Arrêts pour réglages : 20 min
- Production : 400 pièces / jour
- Nombre de rebuts : 5
- Temps de cycle théorique : 0,5 min / pièce
- Temps de cycle réel : 0,8 min / pièce

Arrêt planifié  
 Changement de série  
 Panne  
 Arrêt non planifié

Gaspillage  $5 \times 0,8 / 60 = 0,067$  h

Ralentissement  $400 \times (0,8 - 0,5) / 60 = 2$  h

Identifier les causes de non TRS

Calculer le TRS de l'installation

$$(8 - 4 \times 0,33 - 0,067 - 2,025) / (8 - 0,33) = 4,588 / 7,67 = 59,8\%$$

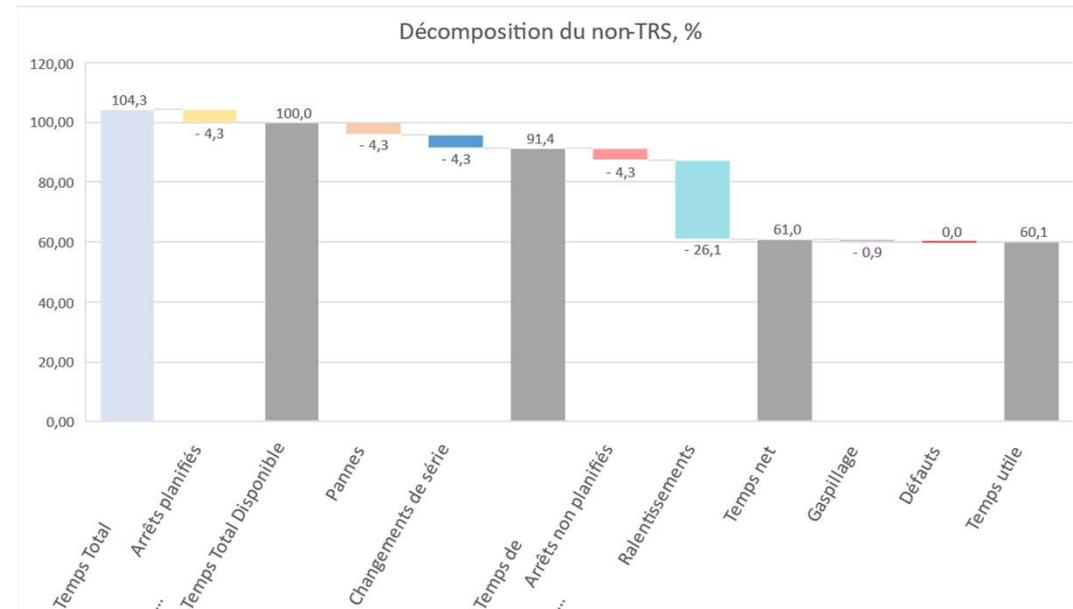
Interpréter ce TRS

	%	Temps
Temps Total d'Ouverture	104,30	8
Arrêts planifiés	-4,30	-0,33
Temps Total Disponible	100,00	7,67
Pannes	-4,30	-0,33
Changements de série	-4,30	-0,33
Temps de fonctionnement	91,40	7,01
Arrêts non planifiés	-4,30	-0,33
Ralentissements	-26,08	-2,00
Temps net	61,02	4,68
Gaspillage	-0,87	-0,07
Défauts	0,00	0
Temps utile	60,14	4,61

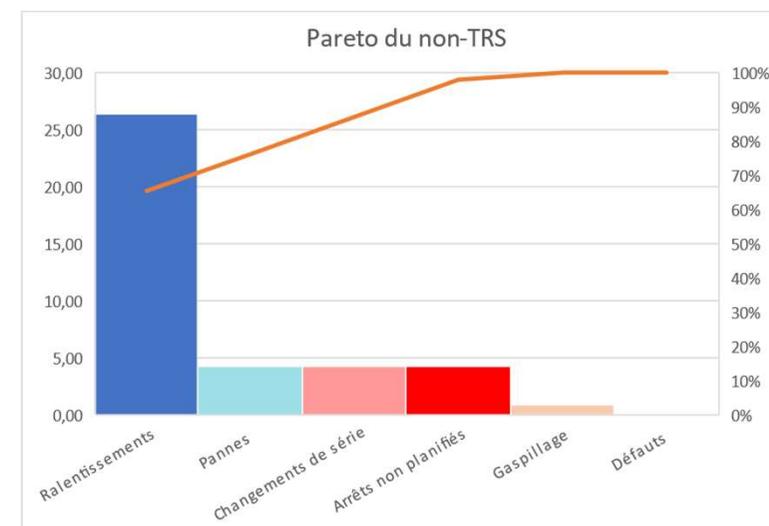
# EXERCICE



	%	Temps
Temps Total d'Ouverture	104,30	8
Arrêts planifiés	-4,30	-0,33
Temps Total Disponible	100,00	7,67
Pannes	-4,30	-0,33
Changements de série	-4,30	-0,33
Temps de fonctionnement	91,40	7,01
Arrêts non planifiés	-4,30	-0,33
Ralentissements	-26,08	-2,00
Temps net	61,02	4,68
Gaspillage	-0,87	-0,07
Défauts	0,00	0
Temps utile	60,14	4,61



	% perte
Pannes	4,30
Changements de série	4,30
Arrêts non planifiés	4,30
Ralentissements	26,40
Gaspillage	0,87
Défauts	0,00



# EXERCICE



Soit un système semi-automatique réalisant une seule opération de fabrication d'un produit. Ce système se situe à l'intérieur d'une ligne de production. L'objectif est d'estimer le TRS et de la comparer à la disponibilité effective au bout de 5 jours de production (soit une semaine de travail).

Temps d'ouverture = 5 x 16 heures

Arrêts programmés = 5 x 2 fois ½ heure

Temps d'arrêts pour panne = 6,25 heures

Temps d'arrêts pour réglages = 5 fois ½ heure

Temps de production = 66,25 heures

Production hebdomadaire = 1050 pièces

Temps réel moyen par pièce = 3,5 minutes

Temps théorique par pièce = 3 minutes

Taux de rebut = 5%

$$5 \times 16 = 80 \text{ h}$$

**Arrêt planifié**  $5 \times 2 \times 0,5 = 5 \text{ h}$

**Panne**

**Arrêt non planifié** 2,5h

**Ralentissement**  $= 1050 \times 0,5 / 60 = 8,75 \text{ h}$

**Gaspillage**  $= 1050 \times 0,05 \times 3,5 / 60 = 3,06 \text{ h}$

Identifier les causes de non TRS

Calculer le TRS de l'installation  $((75 - 6,25 - 2,5 - 8,75) / 75) \times (1 - 0,05) = 0,767 \times 0,95 = 72,58\%$

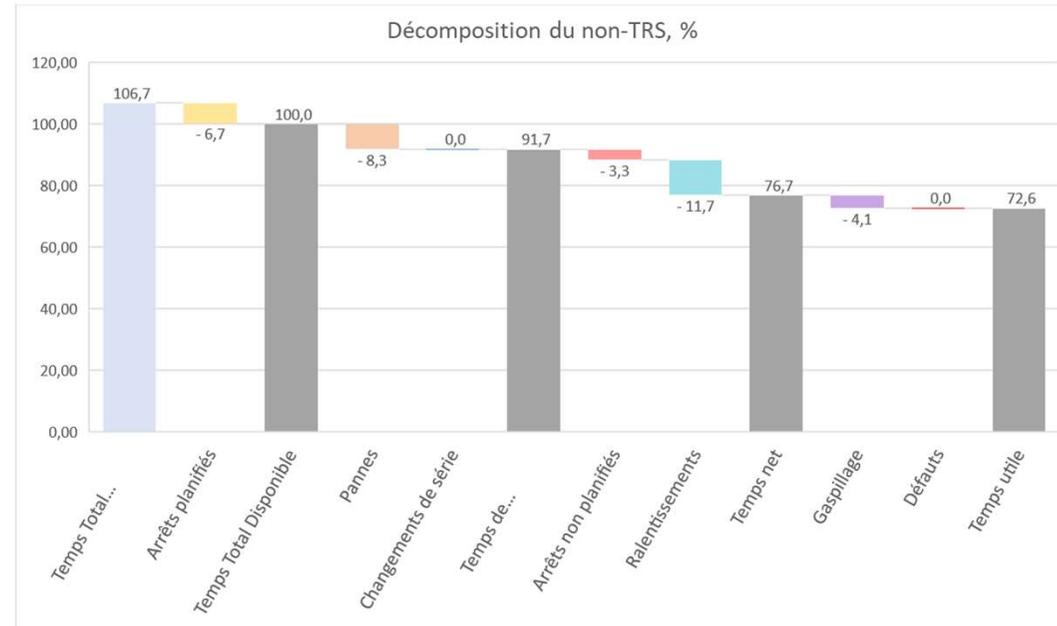
Calculer la disponibilité de l'équipement et comparer les 2 valeurs

$$(75 - 6,25 - 2,5) / 75 = 66,25 / 75 = 88,33\%$$

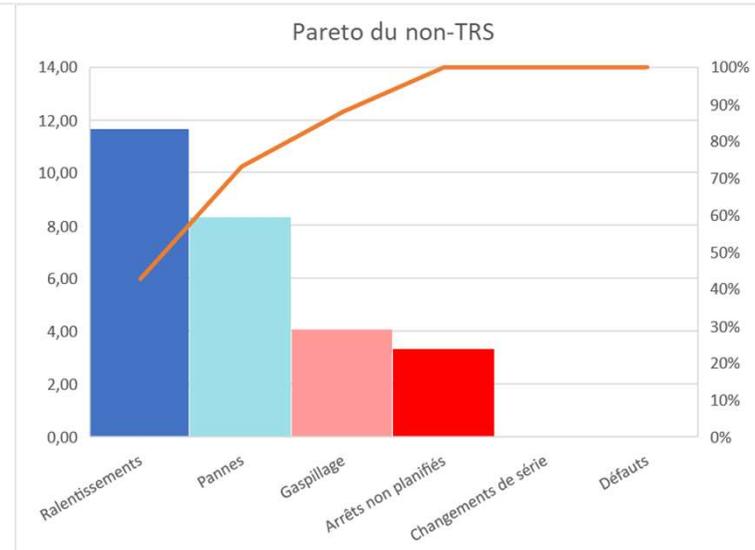
# EXERCICE



	%	Temps
Temps Total d'Ouverture	106,67	80
Arrêts planifiés	-6,67	-5
Temps Total Disponible	100,00	75
Pannes	-8,33	-6,25
Changements de série	0,00	0
Temps de fonctionnemen	91,67	68,75
Arrêts non planifiés	-3,33	-2,5
Ralentissements	-11,67	-8,75
Temps net	76,67	57,50
Gaspillage	-4,08	-3,06
Défauts	0,00	0
Temps utile	72,58	54,44



	% perte
Pannes	8,33
Changements de série	0,00
Arrêts non planifiés	3,33
Ralentissements	11,67
Gaspillage	4,08
Défauts	0,00



# EXERCICE



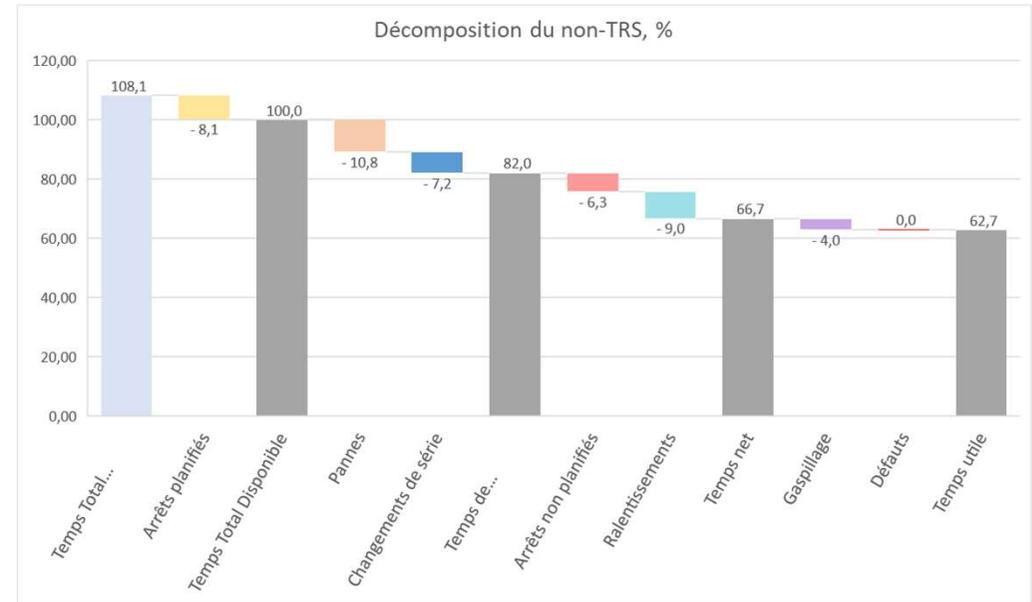
Une machine d'injection plastique travaille en 3x8 5 jours par semaine. Les feuilles de relevé de production donnent les informations suivantes sur 1 semaine

1. Il y a eu 12 changements de série de 40 min chacun
2. Divers arrêts ont arrêté la machine pendant 6h (manque d'appro, non spécifié ..)
3. La machine a été arrêtée 1h30 pour entretien préventif
4. 60 min ont été nécessaires pour remplacer un lot de composants défectueux
5. Il y a eu une panne sur la tête d'injection qui a duré 3h
6. Afin d'éviter de dégrader la qualité, l'opérateur a ralenti la machine pour compenser un refroidissement lent du moule. Il y a eu 812 pièces rebutées et il a fallu retoucher 406 pièces
7. La machine a été arrêtée pour une durée totale de 9h pour des pannes diverses dont les causes restent inconnues
8. La machine a produit 19274 pièces bonnes
9. Le temps standard de cycle est égal à 13 secondes par pièce
10. Chaque poste débute par une réunion de 5 minutes
11. Les opérateurs prennent une pause de 15 minutes par poste pendant laquelle ils arrêtent la machine
12. Le temps de repas est fixé à 45 minutes. La machine n'est pas arrêtée pendant le repas.
13. En fin de poste, on arrête la machine pendant 10 minutes pour réaliser un nettoyage-inspection

# EXERCICE



	Temps Utilisé, min	Temps Restant, min	
Temps Total d'Ouverture		7200	
Arrêts planifiés	540		3, 10, 11, 13
Temps Total Disponible		6660	
Pannes	720		5, 7
Changements de série	480		1
Temps de fonctionnement		5460	
Arrêts non planifiés	420		2, 4
Ralentissements	600,07		
Temps net		4440	
Gaspillage	263,90		6
Défauts			
Temps utile	4176,033	4176	8, 9



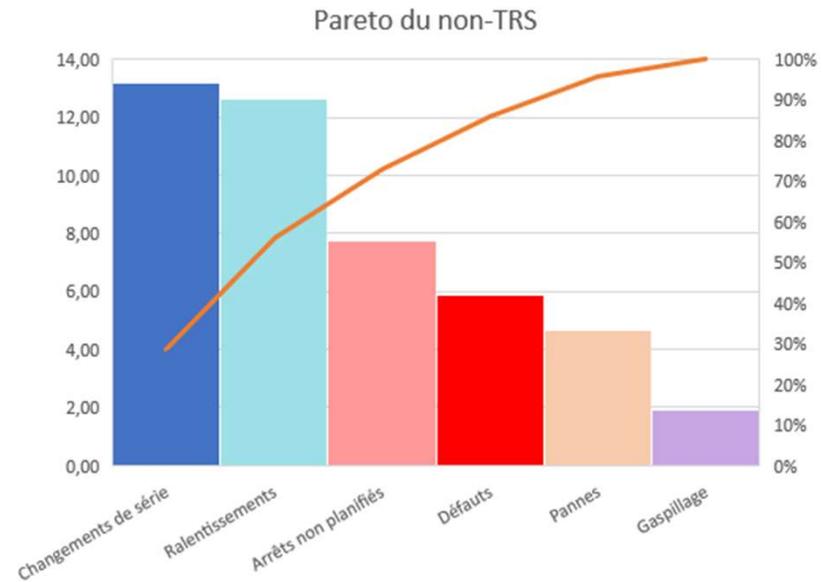
$$\text{TRS} = 4176 / 6660 = 62,7\%$$

# 1.3. EXPLOITATION DU TRS

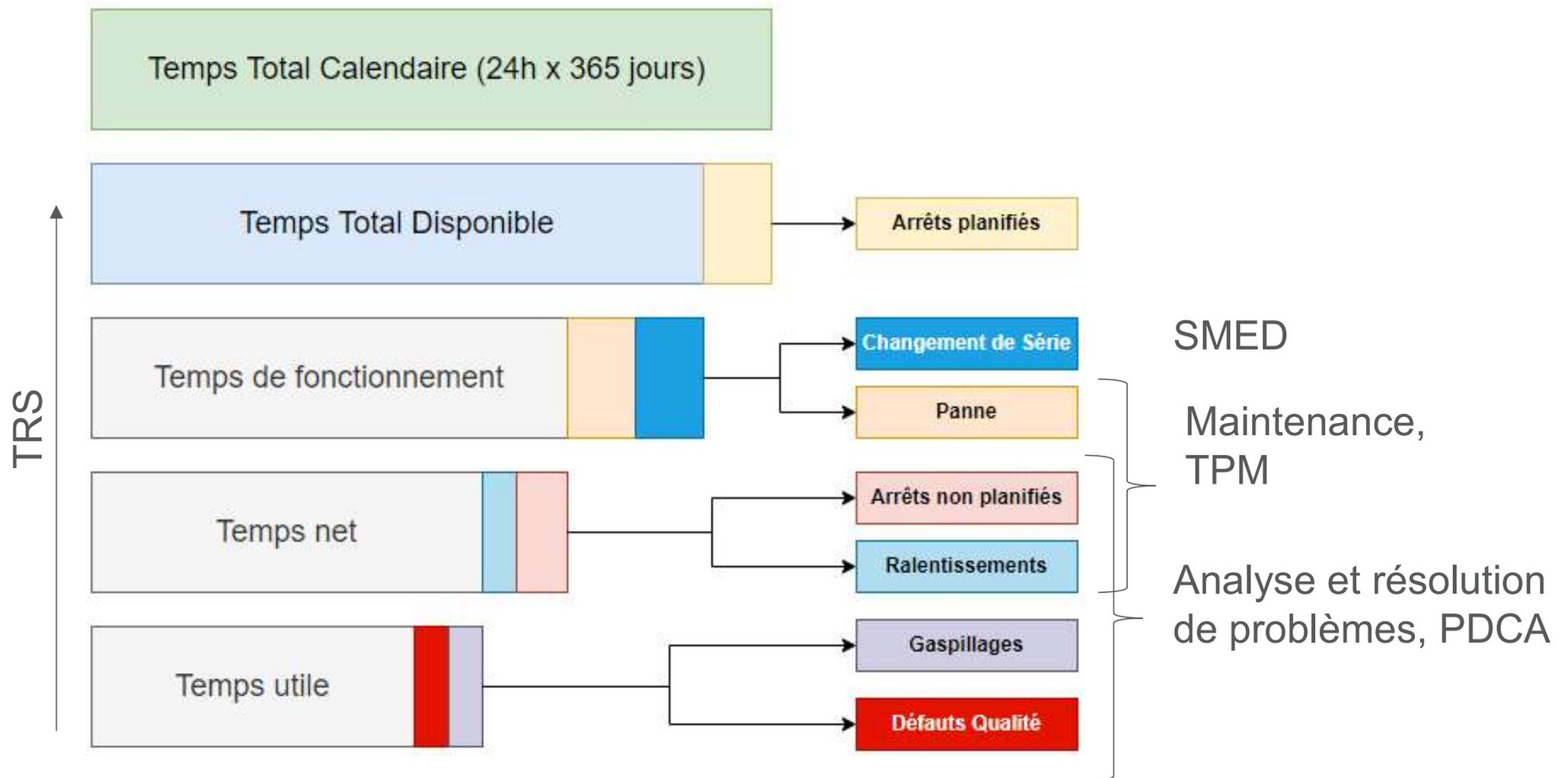
Pour améliorer le fonctionnement des équipements, on doit réduire les causes de non-TRS

- prioriser les pertes (Pareto)
- définir et mettre en place des actions (PDCA)

	% perte
Pannes	4,65
Changements de série	13,18
Arrêts non planifiés	7,75
Ralentissements	12,63
Gaspiillage	1,91
Défauts	5,89



# 1.3. UTILISER LE TRS : LEVIERS D'ACTION



## 1.3. RALENTISSEMENTS

Objectif: Trier entre écarts de vitesse et micro-arrêts

Vérifier (chronométrer) la vitesse réelle de la machine

causes communes de sous-vitesse

- modification de l'équipement dans le temps
- ralentissement pour maintenir la qualité du produit
- difficulté pour l'opérateur à suivre la cadence dans la durée
- mauvais étalonnage / usure de compteurs intermédiaires
- la vitesse nominale du constructeur ne correspond pas aux conditions d'utilisation



## 1.3. ARRÊTS NON PLANIFIÉS

Avoir une représentation fine des causes et durées des arrêts non planifiés

système de relevé des arrêts

analyse et traitement des causes premières



Suivi du respect des horaires (management de terrain)

changements d'équipe

retard dans les démarrages

etc...

## 1.4. CAS D'USAGE DU TRS



- Installations où la cadence est donnée par les machines (automatisation, industrie de process)
- Installations à feu continu (fonctionnement en 3x8, 5x8 avec des temps d'arrêt/démarrage conséquents)
- Equipements en limite de capacité (postes goulots)
- Peut être suivi par machine ou par groupe de machines, selon le besoin

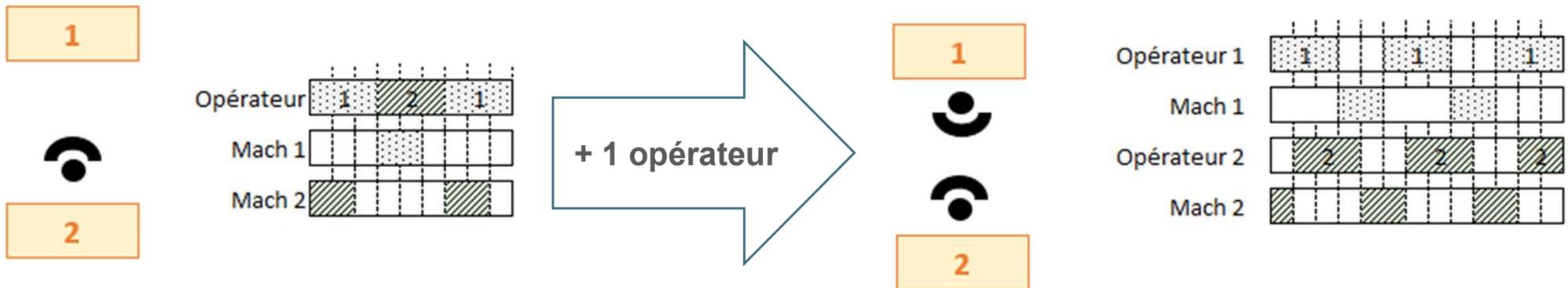
## 1.4. LES PIÈGES DU TRS

- Occulter les gains liés à l'organisation (gestion des arrêts planifiés)
- Améliorer le TRS en requalifiant des arrêts en arrêts planifiés
- Ajuster la cadence 'nominale' au meilleur résultat historique atteint
- Vouloir augmenter le TRS sur un équipement sur-capacitaire
- Confondre TRS et efficacité du personnel
- Utiliser le TRS comme indicateur terrain



# 1.4. LES PIÈGES DU TRS

- **Goulot d'étranglement** (*le poste concerné impose sa cadence à l'atelier et la demande client n'est pas satisfaite*)



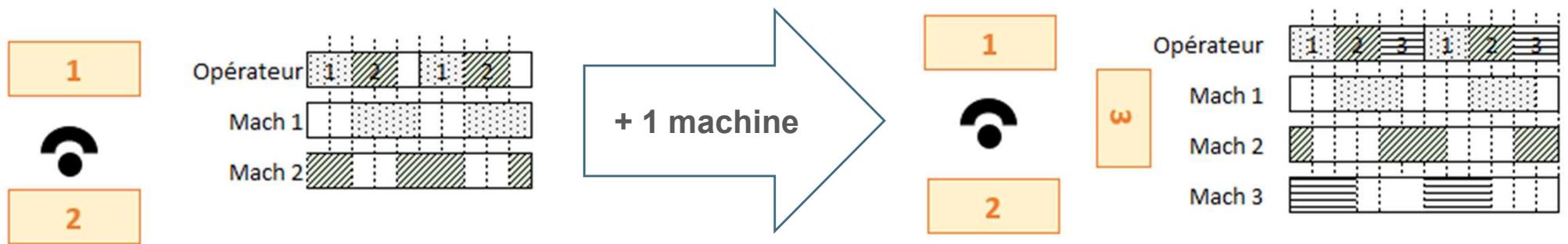
Les machines attendent l'opérateur

Les opérateurs attendent les machines

L'efficacité de la main d'œuvre a baissé  
Le TRS a augmenté

## 1.4. LES PIÈGES DU TRS

- **Surcapacité** (*le poste concerné est en capacité de produire plus que la demande client*)



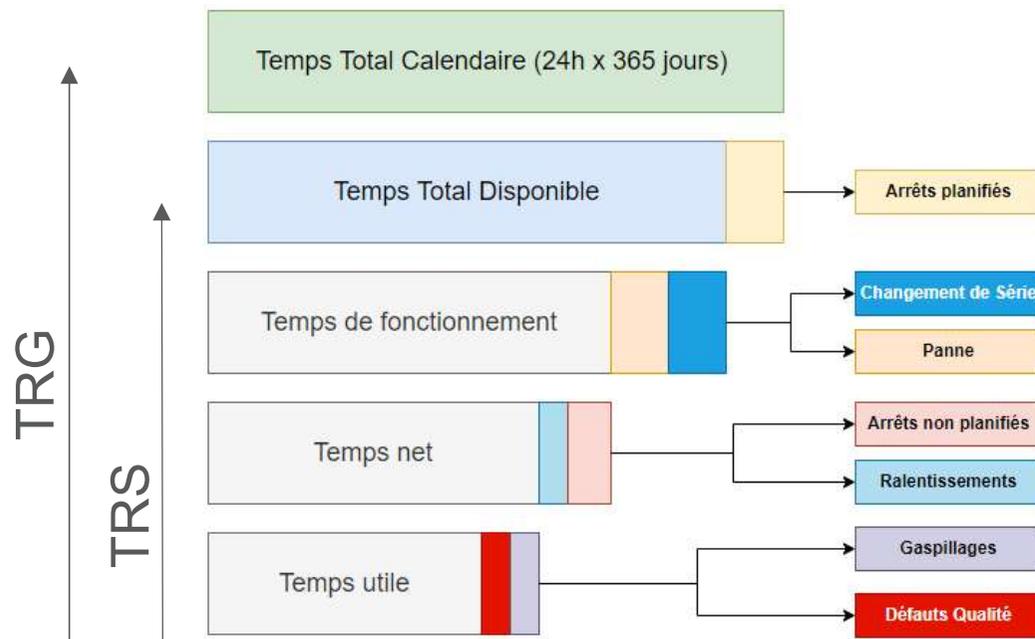
L'opérateur attend les machines

Les machines attendent l'opérateur

Le TRS a baissé  
L'efficacité de la main d'œuvre a  
augmenté

# 1.5. LE TRG – TAUX DE RENDEMENT GLOBAL

## TEEP - TOTAL EFFECTIVE EQUIPMENT PERFORMANCE



On inclut les arrêts planifiés dans les pertes.

On considère qu'ils sont également un facteur d'amélioration

$$\text{TRG} = \text{Temps Utile} / \text{Temps Total Calendaire}$$

## 1.5. ARRÊTS PLANIFIÉS

Réduire les arrêts de l'installation quand l'équipe d'exploitation est présente

- Organisation d'équipe pour alterner les pauses et casse-croute sans arrêt de l'installation
- Organisation des points d'information
- SMED sur le nettoyage des équipements
- Décalage entre les équipes production et maintenance pour l'entretien préventif (hors 5x8)



# 1.5. ARRÊTS PLANIFIÉS

Questionnement des plages horaires d'exploitation

Rapport coût du travail / coût de l'installation

Travail de nuit: passage de 2x8 à 3x8

Travail de week-end: passage de 3x8 à 4x8 ou 5x8



Organisation des congés et des arrêts techniques longs

- arrêts par secteur

- remplacement des absents

- dimensionnement des utilités

- travail des équipes de maintenance en 2x8 ou 3x8 pendant les arrêts techniques

# EXERCICE



La société BoPack souhaite utiliser le TRS pour suivre le fonctionnement de ses équipements.

A partir du relevé joint

- Identifier les différentes causes de non TRS
- Quelles sont les informations manquantes ?
- Proposez une structure de calcul du TRS

*Roulage = production*

*Calage = réglage*

*Gâche = rebut, gaspillage*

Workshop / Machine	2024/05
<b>COLLAGE 001</b>	
APSP-#816-EXPERTFOLD 80 A2+HP	
Nb OF	9
Nb Déclarations	39
Nb ref	9
Nb montage	7
Tps calage moyen par OF(h)	0,65
Tps calage moyen par unité calée	5,85
Vitesse roulage(u/h)	24809
% de temps d'arrêt	16,4 %
Vitesse ouverture(u/h)	13727
Tx Gâche	
Tx Gâche de calage automate	
Tx Gâche de run bouton rouge	
Tx occupation(%)	143,9 %
Tps total(h)	20,7
Tps calage (h)	5,9
Tps roulage (h)	11,5
Tps arrêt total(h)	3,4
Tx calage(%)	28,2 %
Tx roulage(%)	55,3 %
Quantité produite	284559
Quantité moyenne par of	31618
Quantité moyenne par ref	31618
Nb total unités calées	1
Nb moyen d'unités calées par OF	0,11
Taille de lot ( qté produite/nb montage)	40651
Quantité automate de calage	
Performance vs Method	

# EXERCICE



## Infos manquantes

- vitesse de production attendue en u/h
- % gaspillage en production
- % défaut qualité détectés ailleurs

Worskshop / Machine	2024/05
COLLAGE 001	
APSP-#816-EXPERTFOLD 80 A2+HP	
Nb OF	9
Nb Declarations	39
Nb ref	9
Nb montage	7
Tps calage moyen par OF(h)	0,65
Tps calage moyen par unité calée	5,85
Vitesse roulage(u/h)	24809
% de temps d'arrêt	16,4 %
Vitesse ouverture(u/h)	13727
Tx Gâche	
Tx Gâche de calage automate	
Tx Gâche de run bouton rouge	
Tx occupation(%)	143,9 %
Tps total(h)	20,7
Tps calage (h)	5,9
Tps roulage (h)	11,5
Tps arrêt total(h)	3,4
Tx calage(%)	28,2 %
Tx roulage(%)	55,3 %
Quantité produite	284559
Quantité moyenne par of	31618
Quantité moyenne par ref	31618
Nb total unités calées	1
Nb moyen d'unités calées par OF	0,11
Taille de lot ( qté produite/nb montage)	40651
Quantité automate de calage	
Performance vs Method	

Cadence réelle

% de gaspillage lié à la production

Temps d'ouverture

Temps de changement de série

Temps de production : inclus ralentissement, gaspillage (gache) et défauts qualité

Temps d'arrêt (planifié + non planifié)

Respect de la vitesse = % ralentissement

# EXERCICE



Worskshop / Machine	2024/05
<b>COLLAGE 001</b>	
APSP-#816-EXPERTFOLD 80 A2+HP	
Nb OF	9
Nb Declarations	39
Nb ref	9
Nb montage	7
Tps calage moyen par OF(h)	0,65
Tps calage moyen par unité calée	5,85
Vitesse roulage(u/h)	24809
% de temps d'arrêt	16,4 %
Vitesse ouverture(u/h)	13727
Tx Gâche	
Tx Gâche de calage automate	
Tx Gâche de run bouton rouge	
Tx occupation(%)	143,9 %
Tps total(h)	20,7
Tps calage (h)	5,9
Tps roulage (h)	11,5
Tps arrêt total(h)	3,4
Tx calage(%)	28,2 %
Tx roulage(%)	55,3 %
Quantité produite	284559
Quantité moyenne par of	31618
Quantité moyenne par ref	31618
Nb total unités calées	1
Nb moyen d'unités calées par OF	0,11
Taille de lot ( qté produite/nb montage)	40651
Quantité automate de calage	
Performance vs Method	

## Calcul du TRS

(tps roulage/tps total) x tx de performance vs methode x (1- tx gache de run ) x (1- tx NC détectée ensuite)

## 2. PRODUCTIVITÉ DE LA MAIN D'OEUVRE

Rapport entre la quantité produite et les ressources engagées pour le faire

- Quantité fabriquée /nb personnes *58/12 vs 70/15*  
*4,83 vs 4,66 u/pers*
- Quantité fabriquée /heure travaillée
- Nb heures de travail /pièce fabriquée *(12\*7,5)/58 vs (15\*7,5)/70*  
*1,55 vs 1,60 h/unité*

À comparer à un standard ou objectif établi (notion d'efficience)

*Le standard est de 70 menuiseries par poste de 7h30 avec une équipe de 15 personnes. L'équipe a fait 58 menuiseries avec 12 personnes.*



## 2. OPE ET OPR

Indicateurs de performance agrégés (composites) quand la cadence est donnée par les personnes

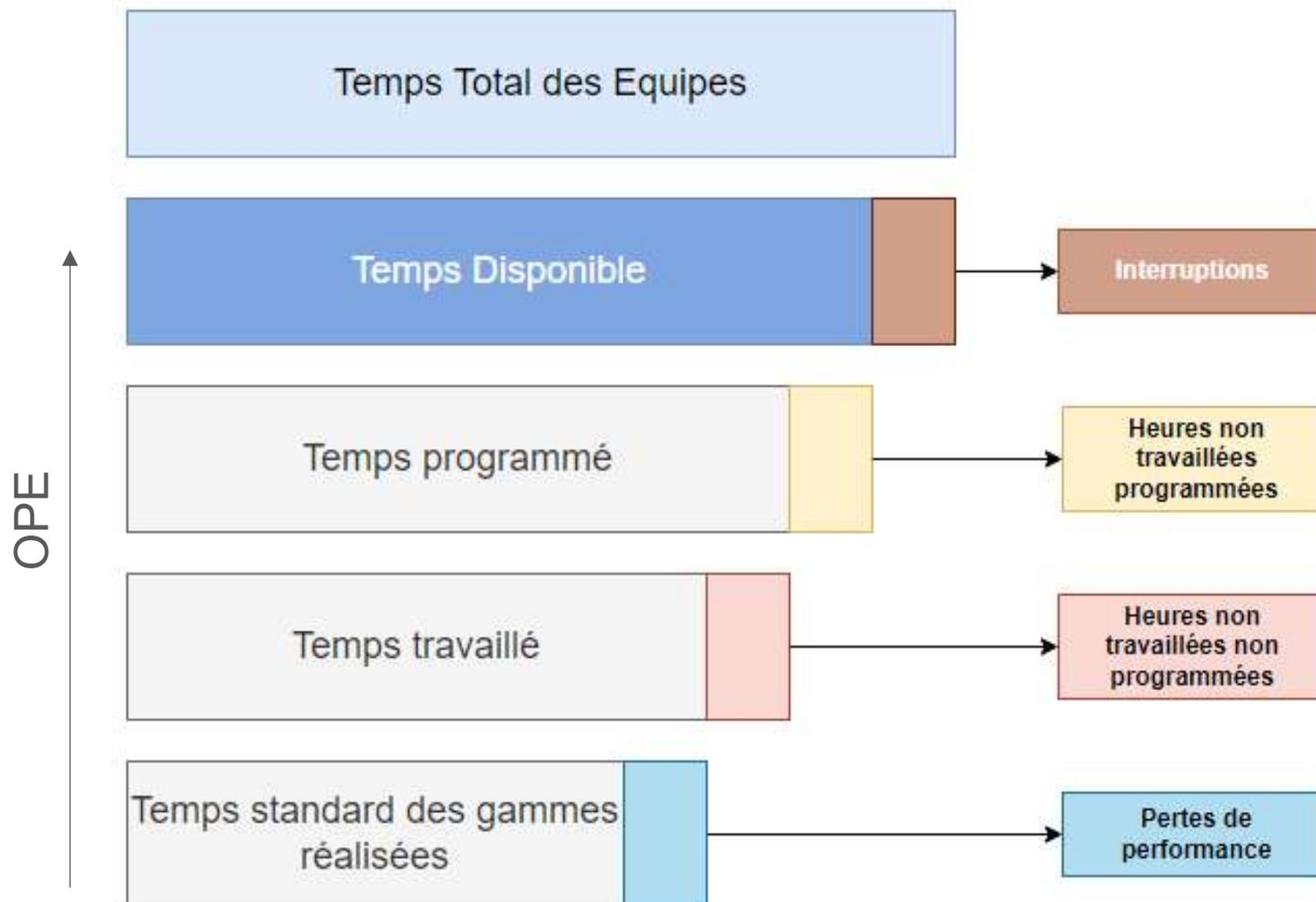
OPR: Dans quelle mesure la ligne est-elle capable de respecter le takt-time (la cadence cible) ?

OPE: Dans quelle mesure l'opérateur est-il proche du champion du monde ?



## 2.1. OPE – OVERALL PEOPLE EFFICIENCY (EFFICACITÉ GLOBALE DES PERSONNES)

OPE = Temps standard des gammes réalisées / Temps Disponible



## 2.1. INTERRUPTIONS

### Interruptions de fonctionnement liées au contrat de travail

- pause casse-croute payée avec arrêt de ligne
- temps de douche ou habillage payé avec arrêt de ligne
- absences prévues (congés) ou connues (maladie) non remplacées



## 2.1. HEURES NON TRAVILLÉES PROGRAMMÉES

Heures disponibles mais non prises en compte dans la programmation pour compenser

le nettoyage

la maintenance préventive

les réunions

la variabilité



Une panne qui se prolonge ne devient pas un arrêt programmé, même si le personnel est réaffecté sur une autre installation

## 2.1. HEURES NON TRAVILLÉES NON PROGRAMMÉES

Heures initialement programmées pour la production, alors que rien n'est produit

arrêt machine (panne, manque matière...)

absence non prévue

réunion non prévue



## 2.1. PERTE DE PERFORMANCE

Consacrer à une opération plus de temps que le temps de référence

variabilité du processus

courbe d'apprentissage des personnes

erreur d'affectation des temps

présence de plus de personnes que prévu

pertes de temps liées à la coactivité



## 2.1. TEMPS DE RÉFÉRENCE

### Temps minimum répétable

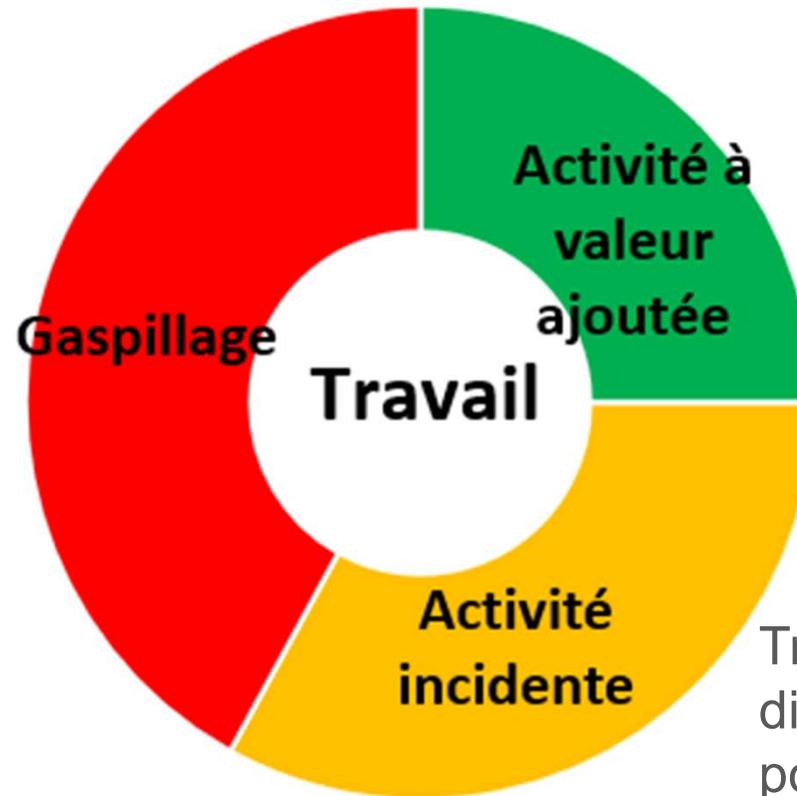
- temps quand tout va bien, hors aléas
- répétable: pas d'erreur de chronométrage
- sur un échantillon représentatif (ex: 2<sup>ème</sup> temps le plus faible sur une série de 10 mesures)
- composé de temps à valeur ajouté, de tâches annexes, et d'une part de gaspillage



Les coefficients de correction du temps (allure, fatigue etc....) ne sont pas inclus dans le temps de référence, mais dans la variabilité du processus (heures non travaillées programmées)

## 2.1. TRAVAIL - RAPPEL

Travail ou utilisation de ressources qui n'apportent aucune valeur ajoutée au produit: déplacement, transport, attente, retouche...



Travail qui augmente directement la valeur du produit aux yeux du client

Travail qui n'ajoute pas directement de la valeur pour le client, mais est nécessaire pour exécuter les opérations  
*Ex: brider une pièce, contrôler une pièce*

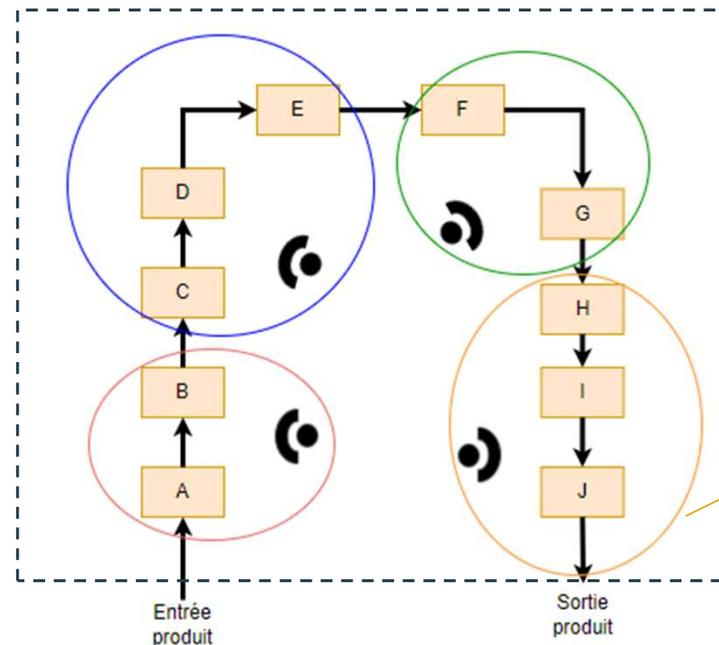
## 2.2. OPR – OVERALL PRODUCTION RATIO (RATIO GLOBAL DE PRODUCTION)

OPR : écart qui sépare la ligne de la cadence cible (takt time)

OPR = nombre de pièces bonnes x takt time / temps total disponible

*Pour un takt time de 18 minutes, la ligne a produit 23 unités sur un poste de 7h30.*

*L'OPR est de  $23 \times 18 / (7,5 \times 60) = 92\%$*



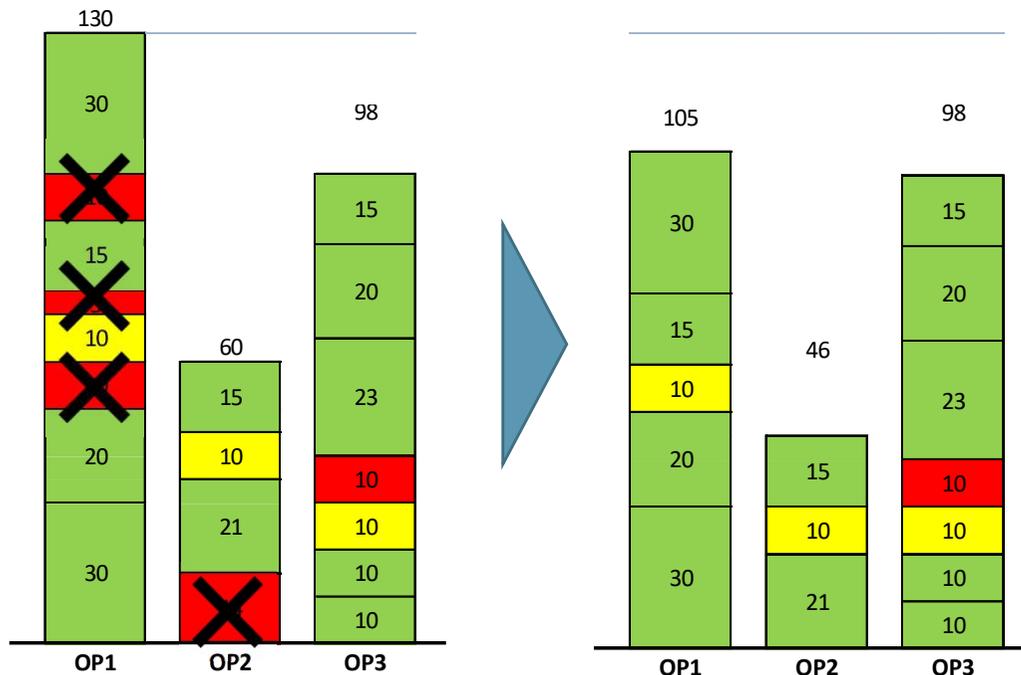
OPR=efficacité de la ligne

OPE=efficacité de l'opérateur

## 2.3. LES PIÈGES DE L'OPE ET DE L'OPR



- Confondre temps à Valeur Ajoutée et Temps de référence
- Oublier les réserves de variabilité
- Sur-évaluer les économies liées au gain de temps sur un poste individuel

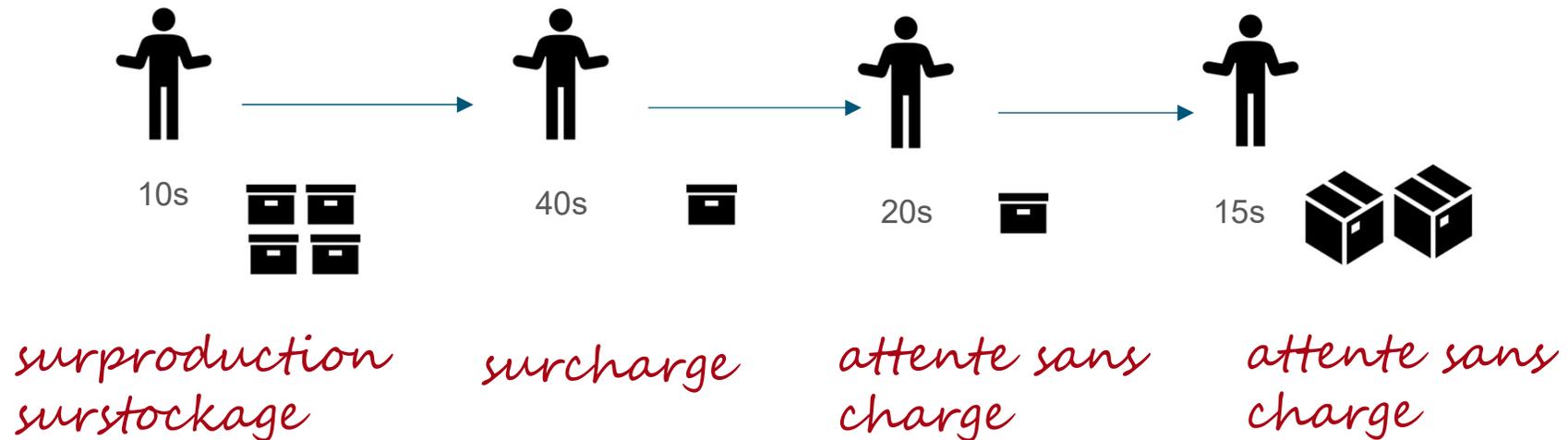


S'il n'y a pas de rééquilibrage de la charge entre les postes ET si le gain de temps n'est pas suffisamment important, il n'y a pas d'économie de personnel.

Il peut y avoir une augmentation de capacité uniquement si le gain est sur le poste goulot.

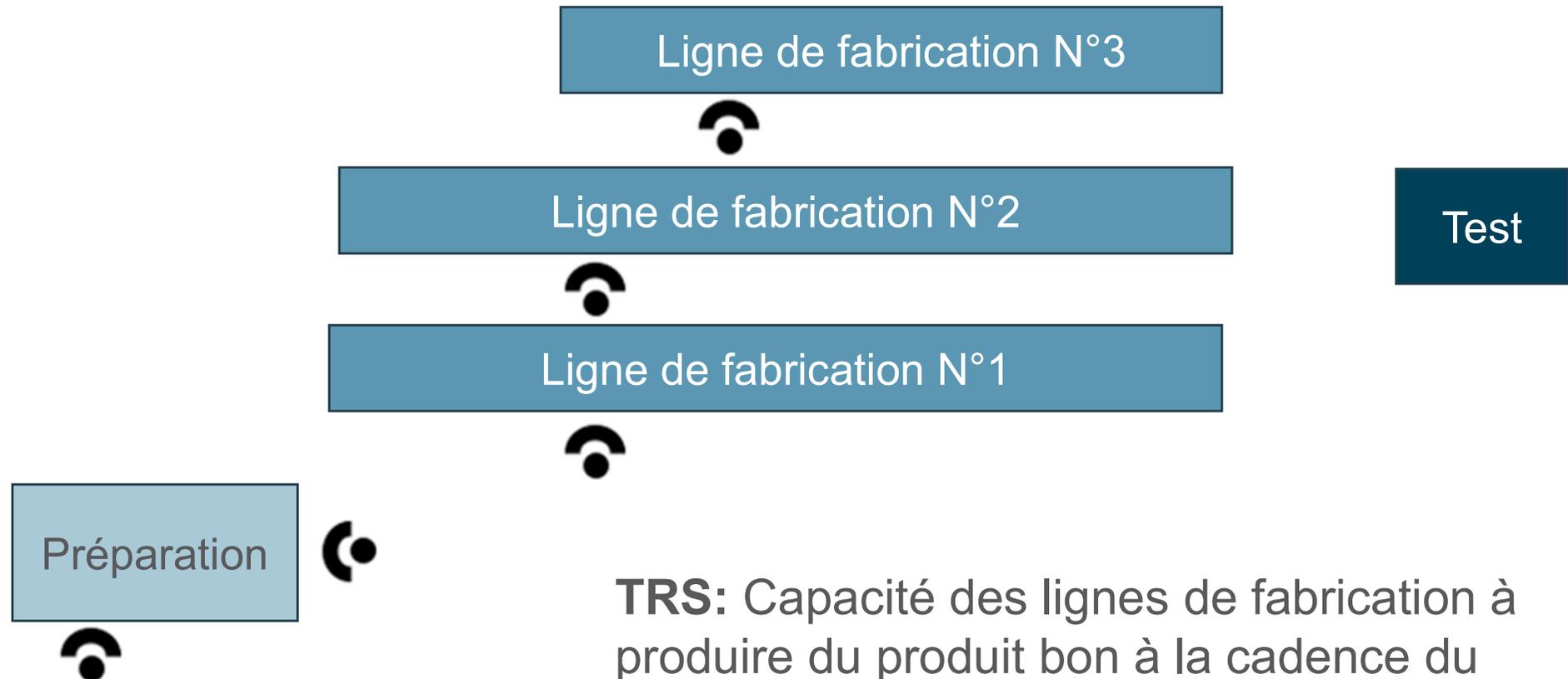
## 2.3. ATELIER NON ÉQUILIBRÉ & GOULOT

Atelier non équilibré:



La capacité de la ligne ne peut **jamais** dépasser celle du **poste goulot** (le poste le plus lent).

## 2.4. SYNTHÈSE



**TRS:** Capacité des lignes de fabrication à produire du produit bon à la cadence du constructeur

**Productivité de la main d'œuvre:** nb heures de travail nécessaires pour produire une quantité donnée de produit fini

### 3. TPM – TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE



Comment maximiser  
l'efficacité de la  
maintenance ?

# 3.1. RÔLE DE LA MAINTENANCE

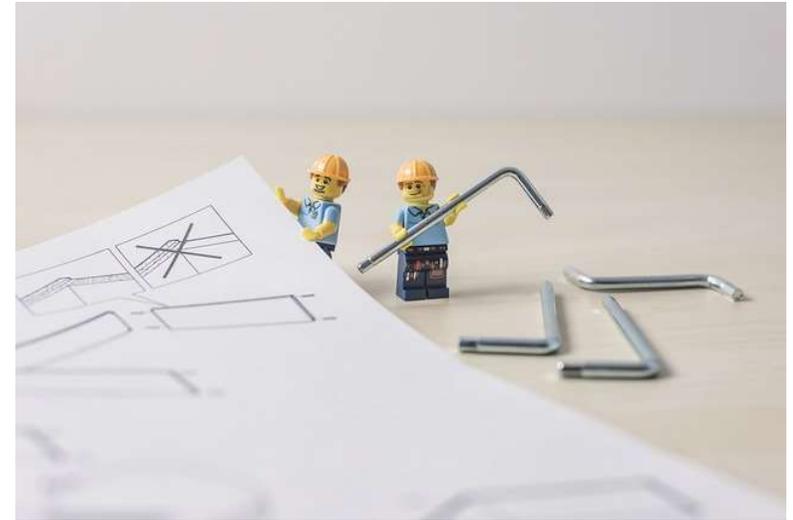
## Gérer la performance du parc machines

- disponibilité
- capacité / cadence
- qualité
- sécurité
- cout optimisé

## Pour son client: la production

## Avec 2 horizons de temps

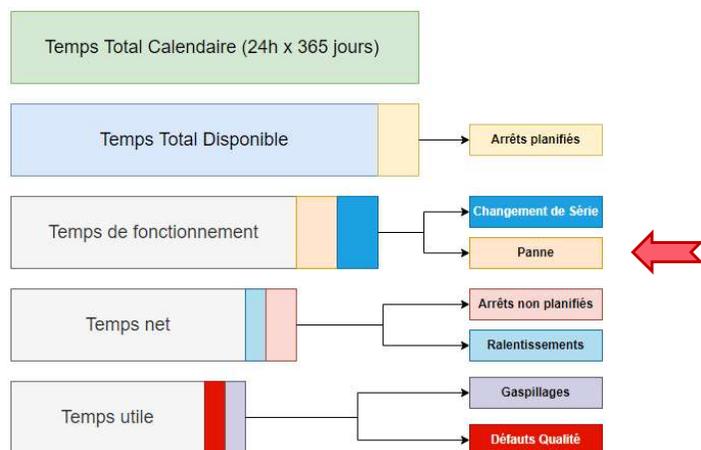
- Temps court : besoin immédiat des équipements
- Temps long: maintenir le parc machines au plus haut niveau de performance et le plus longtemps possible



# 3.1. MAINTENANCE CORRECTIVE

## Intervention **après** la panne

- ✗ Le moment de l'intervention n'est pas choisi  
problème de disponibilité des pièces et  
des personnels
- ✗ La durée de l'arrêt n'est pas optimisée
- ✗ Il peut y avoir des dégâts collatéraux
- ✓ Les frais sont engagés uniquement en cas de  
panne

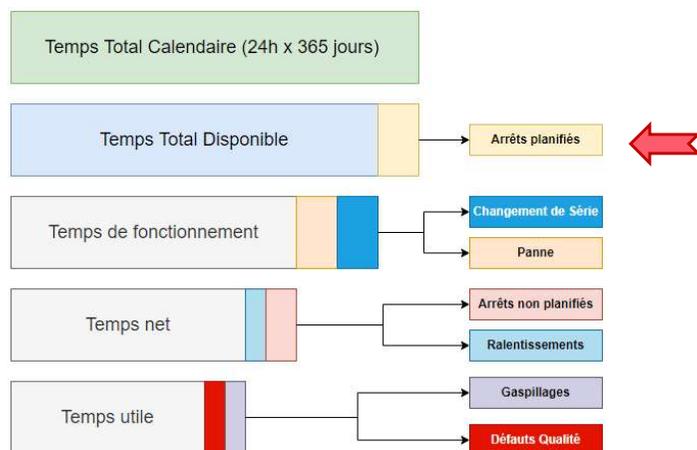


- Intervention provisoire: Maintenance **palliative**
- Réparation définitive sans modification : Maintenance **curative**
- Réparation définitive avec modification: Maintenance **améliorative**

# 3.1. MAINTENANCE PRÉVENTIVE

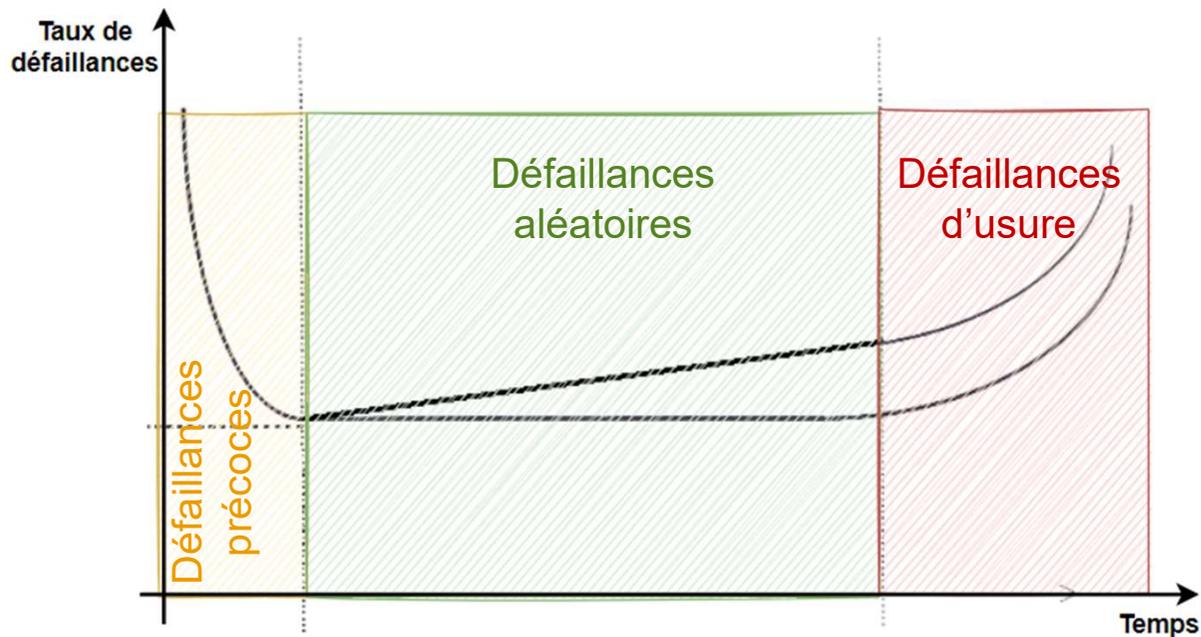
## Intervention **avant** la panne

- ✓ Le moment de l'intervention est planifié
- ✓ La durée de l'arrêt peut être optimisée
- ✓ Les dégâts collatéraux sont évités
- ✗ Il est possible de remplacer des éléments qui auraient pu fonctionner encore



- Intervention selon un fréquentiel pré-établi : Maintenance **systematique, préventif** **calendaire**
- Intervention selon un indicateur : Maintenance **conditionnelle** et maintenance **prédictive**. La faisabilité dépend des techniques de surveillance

# 3.1. DÉFAILLANCES ET CYCLE DE VIE



## Période de jeunesse :

Défaillances dues à la mise en route du système.

## Période de maturité :

Matériels électroniques: taux constant, défaillances de type catalectique (subit);  
Matériels mécaniques: taux légèrement croissant

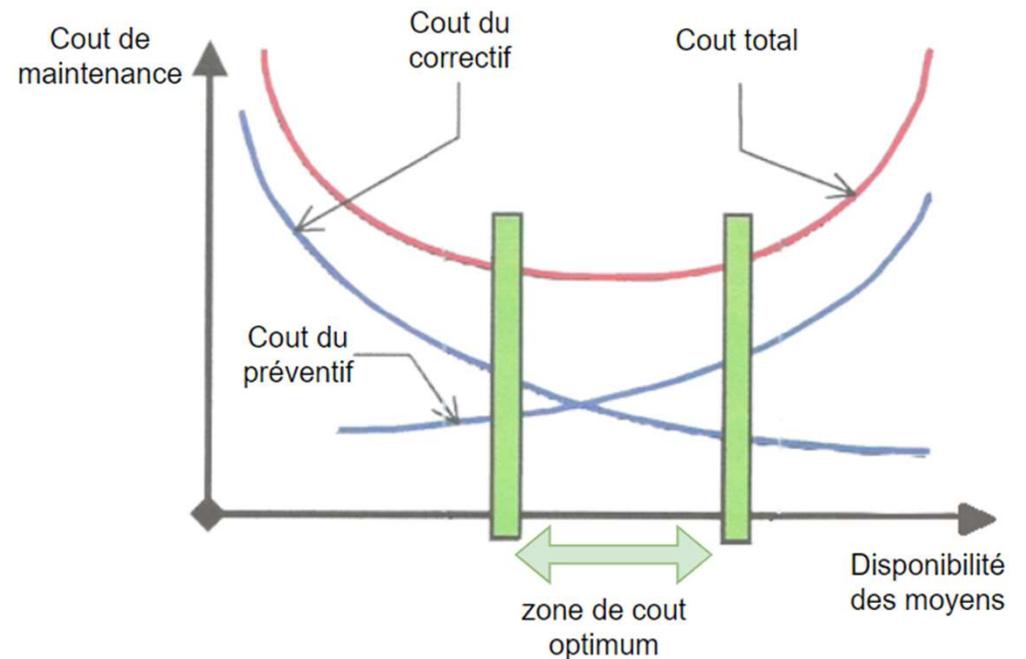
## Période de vieillesse

Taux fortement croissant. Importants phénomènes de dégradation correspondant à de la fatigue et de l'usure des composants liés à leur vieillissement.

# 3.1. STRATÉGIE DE MAINTENANCE

Choix du mix préventif / curatif selon

- la criticité des équipements
- le cout des interventions
- les compétences nécessaires et disponibles



*Classement VIS*



**V**ital : impact considérable et immédiat sur l'ensemble de la production

**I**mportant : impact important et rapide sur la production

**S**econdaire: impact mineur sur la production

## 3.2. TPM – TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE

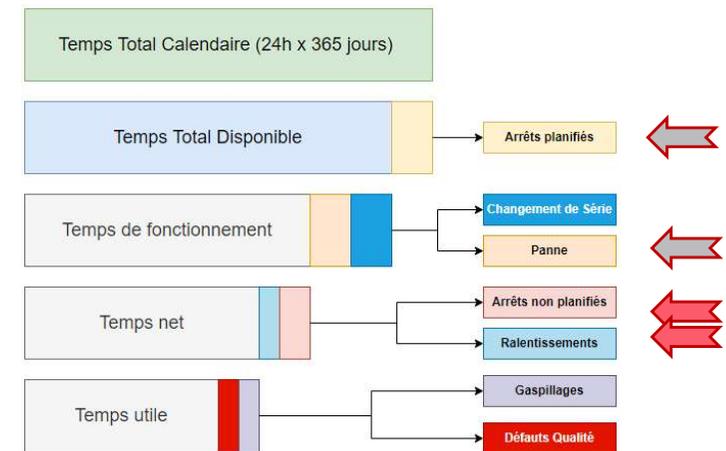
Développé par Seiichi Nakajima - 1971



Définition: maintenance **productive** avec une participation **totale**

- L'objectif de la TPM est de maximiser le TRS, pour améliorer l'efficacité économique
- La TPM établit un programme de maintenance préventive tout au long de la vie de l'équipement

- Prévention de la maintenance (concevoir un équipement qui n'a pas besoin d'être maintenu)
- Amélioration de la fiabilité et de la maintenabilité
- Maintenance préventive



## 3.2. TPM – TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE



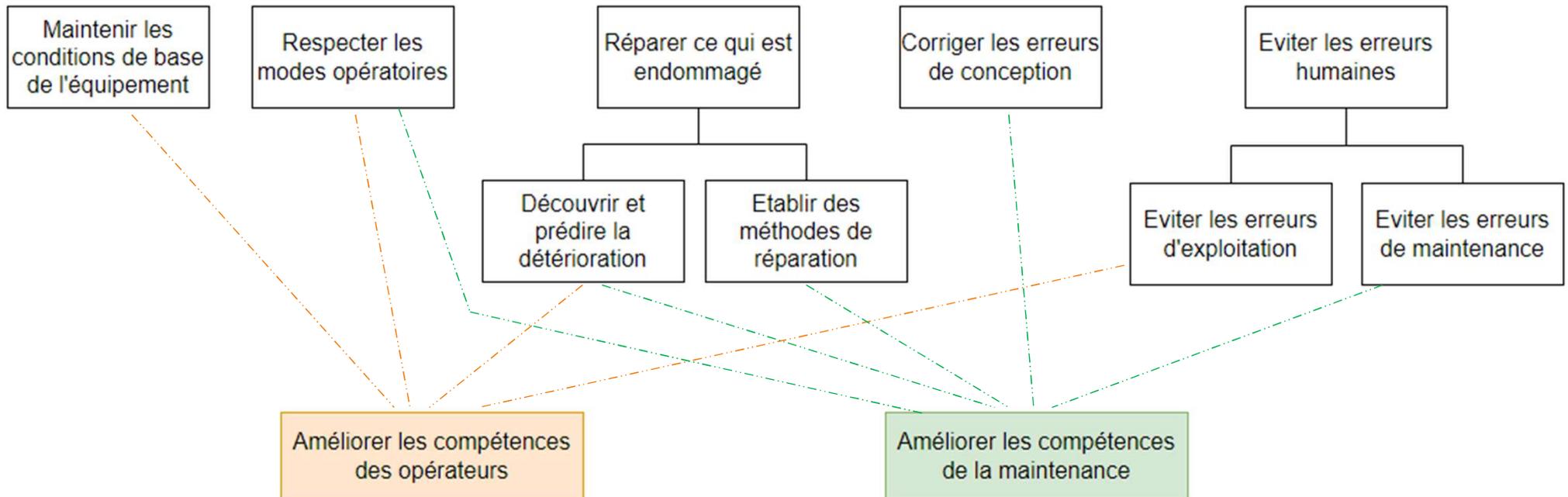
Définition: maintenance **productive** avec une participation **totale**

- Plusieurs services participent à la mise en place de la TPM (maintenance, production, BE)
- La TPM implique l'ensemble des employés, du top management aux opérateurs
- La TPM est basée sur la promotion de la maintenance préventive à travers des activités de maintenance autonome réalisées par les opérateurs



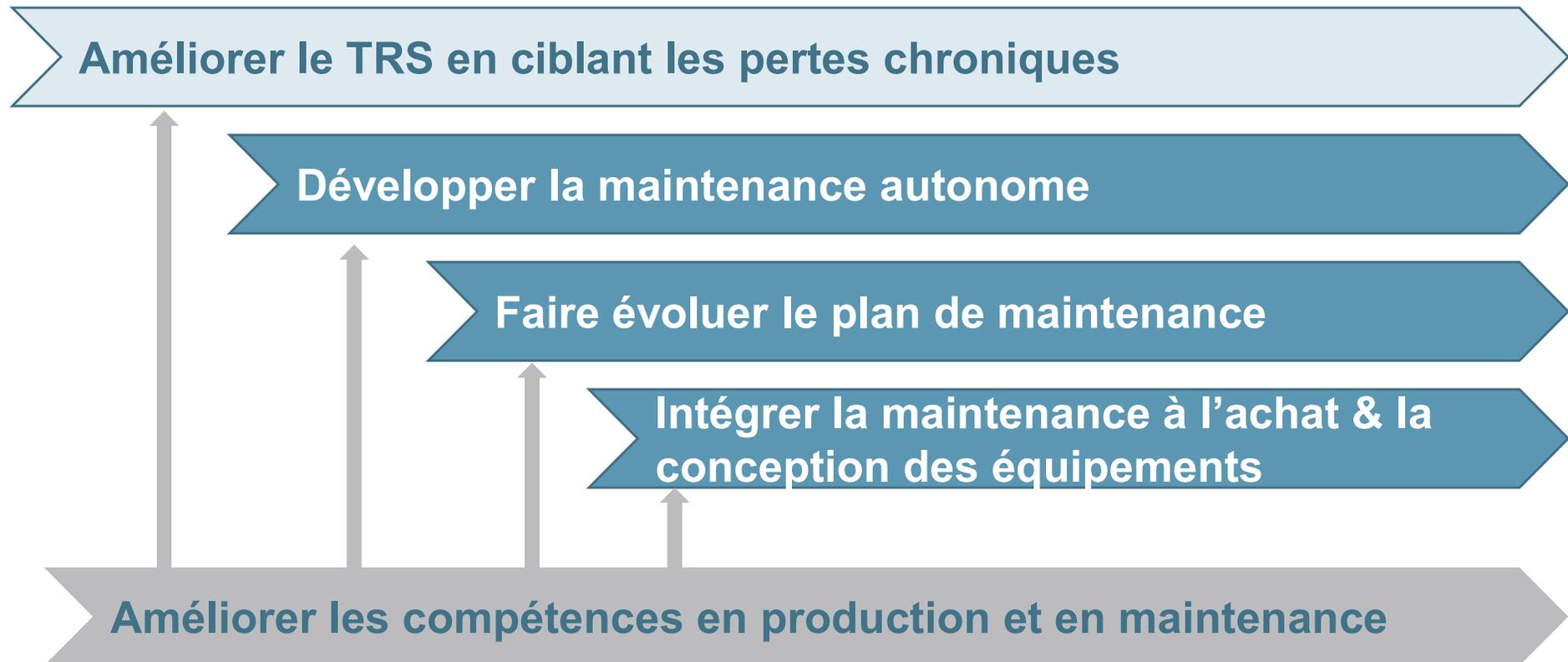
Ce n'est pas le transfert total des opérations de maintenance à la production ...

## 3.2. LES 5 CONTREMESURES POUR ÉVITER LES PANNES



*D'après S. Nakajima « Introduction à la TPM »*

## 3.3. MISE EN PLACE DE LA TPM



3 ans par secteur



## 3.3. MISE EN PLACE DE LA TPM



### Faire évoluer le plan de maintenance

- Maintenance périodique et prédictive
- Gestion des pièces de rechange et outillages
- Plans et documentation
- Organisation

### Intégrer la maintenance à l'achat & la conception des équipements

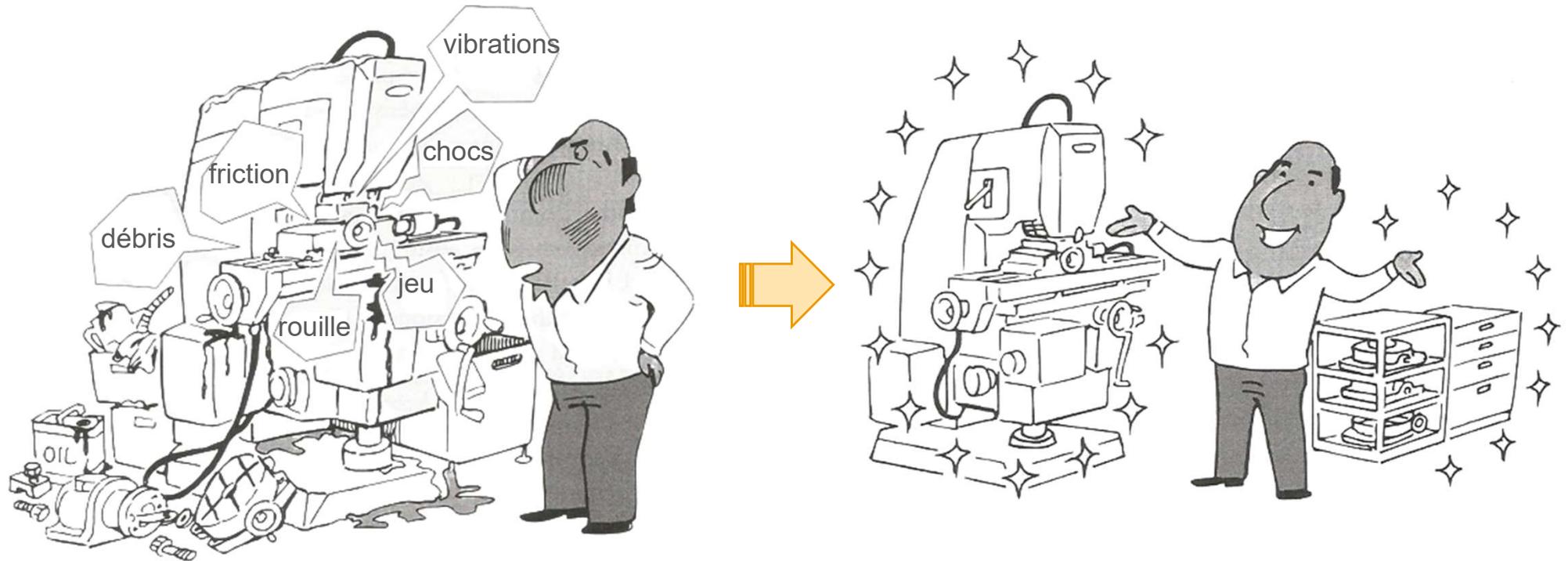
- Réception et mise en service des équipements
- Analyse du fonctionnement sur le cycle de vie de l'équipement

## 3.4. MAINTENANCE AUTONOME

- Permettre aux opérateurs de participer à l'entretien des équipements: vérifications, actions préventives et correctives
- Accélérer la détection des anomalies, et donc leur traitement



## 3.4.1 NETTOYAGE INITIAL



Nettoyer c'est inspecter



## 3.4.1 NETTOYAGE INITIAL



Les opérateurs de la zone en assurent le nettoyage: **responsabilisation**



Nettoyage des équipements: extérieur et **intérieur**



Identification des **anomalies**

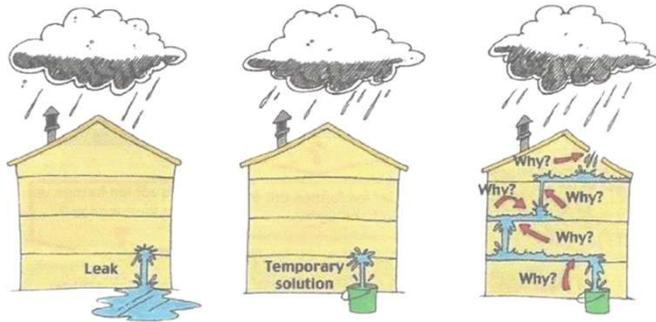
- Salissures (débris, copeaux, poussières...)
- Éléments desserrés, vibrations
- Rouille, corrosion
- Éléments non lubrifiés
- Éléments cassés, fendus
- Taches et décolorations
- Éléments usés ou manquants
- Bruits et odeurs anormaux
- Fuites : air, eau, huile etc
- etc...



**Traitement** des anomalies

- lister et identifier (photos, étiquettes au point de défaut)
- trier ce qui peut être fait en interne (équipe ou maintenance) et ce qui doit être sous-traité
- établir un plan d'action et le suivre

## 3.4.2 TRAITEMENT DES SOURCES DE SALISSURES



### Éliminer les causes de salissures

- créées par l'**équipement**: copeaux, chutes, projections de liquides ...
- créées par un **mauvais fonctionnement** : fuites de liquide ou d'air comprimé, liquides renversés, composants endommagés...
- créées par des **sources externes**: chiffons, insectes, rongeurs, courants d'air ...

### Contenir les salissures

- Capots de protection pour éviter les éclaboussures
- Installer des gouttières / plateau pour collecter les liquides

## 3.4.2 TRAITEMENT DES SOURCES DE SALISSURES



### Faciliter le nettoyage

- Outillage approprié
- Accessibilité
- Déplacement d'équipements
- Déplacement de câblages / tuyauteries
- Fenêtres d'observation

# 3.4.3 STANDARDS DE NETTOYAGE, LUBRIFICATION ET SERRAGE

Maintenir ce qui a été acquis dans les 2 étapes précédentes

## Contrôle visuel



niveau d'huile



circulation de fluide



serrage

<b>Fiche NETTOYAGE au poste</b>		Identification : FN.FAB.000.000 Indice : <u>000</u> - Folio 1/1 Secteur :
<p>➤ CONSIGNES DE NETTOYAGE :</p> <p>Avant toute opération de nettoyage, arrêter l'équipement en suivant les instructions « Arrêt de l'équipement »</p> <p>➤ SE PROTEGER LORS DU NETTOYAGE :</p> <p style="border: 1px solid red; padding: 2px;">Respecter le port <b>OBLIGATOIRE</b> des EPI définis dans la Fiche SECURITE au poste</p> <p>➤ TEMPS DE NETTOYAGE :</p>		
<b>AVANT LA PAUSE</b>	<b>FIN DE POSTE</b>	<b>FIN DE POSTE FIN DE SEMAINE</b>
TEMPS (en min)	TEMPS (en min)	TEMPS (en min)
OPERATIONS	OPERATIONS	OPERATIONS

# 3.4.3 STANDARDS DE NETTOYAGE, LUBRIFICATION ET SERRAGE

	<b>Plan de maintenance 1er Niveau broyeur</b>	Date création	3/25/2015
		Date MAJ	
		Edition	1

**Fréquence:** Chaque début d'équipe

**Intervenant:** Conducteur machine

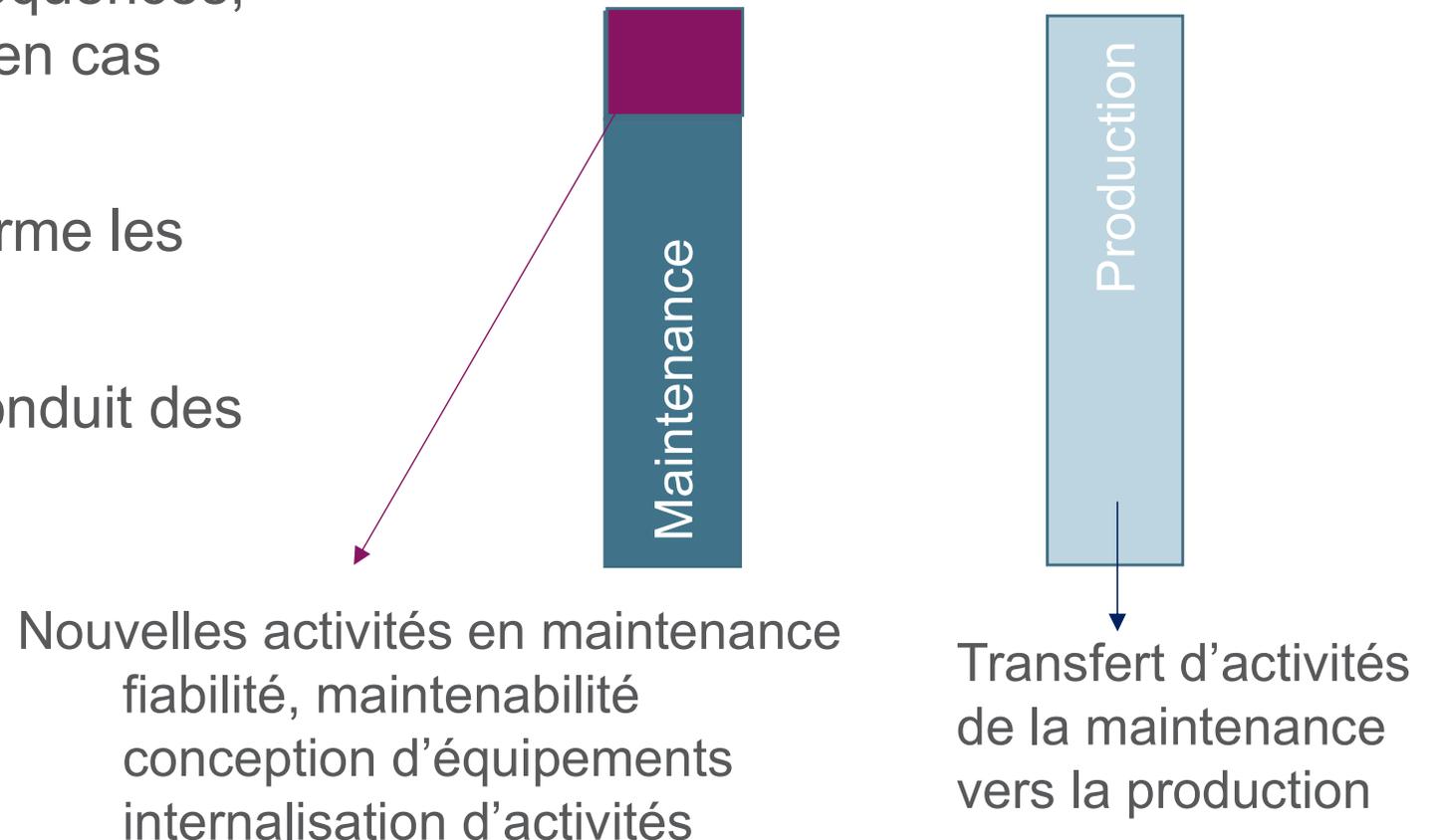
**Equipement:** broyeur

Action	Jours	Photo	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Enlever les coupeaux de fer au niveau de l'aimant									
Contrôler le serrage des boulons d'axe de fixation									
Nettoyage moteur avec graissage si nécessaire									
Vérifier la fixation des grilles et le jeu entre les grilles et l'axe de fixation									

## 3.4.4 RONDES D'INSPECTION

- La maintenance définit les points d'inspection, les standards et les fréquences, la conduite à tenir en cas d'anomalie
- La maintenance forme les opérateurs
- La maintenance conduit des audits

### Transfert de compétences



# 3.4.4 RONDES D'INSPECTION

Schéma de la zone avec identification des points à contrôler + Identification sur l'équipement des points de contrôle

Liste des contrôles, avec photo si besoin

**Plan de contrôle préventif pour un équipement**

N° de machine : 123    Type de machine : Foret

Element à contrôler	Contrôler où ?	Contrôler quoi ?	Remarques
1 <input type="checkbox"/>	Bureau d'inspection	Sens de l'ordre et propreté	
2 <input type="checkbox"/>	Unité de maintenance	Séparateur d'eau et équ. de lub. (voir Leçon en 1 pt)	
3 <input type="checkbox"/>	Étagère des pièces	Propreté et niveaux de stock corrects	
4 <input type="checkbox"/>	Filtre à air d'alimentation	Propreté ; remplacer si besoin	Vérifier la tension de la courroie
5 <input type="checkbox"/>	Courroie en V	Contrôle amélioré (voir Leçon en 1 point)	
6 <input type="checkbox"/>	Jauge de liqu. hydraul.	Vérifier les niveaux min/max ; remplir si besoin	
7 <input type="checkbox"/>	Baîtier de com. de test	Vérifier le fonctionnement en cas de défaut	Remplacer l'ampoule

**Attention :** Les documents de la « Leçon en 1 point »\* correspondante sont disponibles dans le tiroir gauche du bureau d'inspection

Cases à cocher pour le suivi

## 3.4.4 RONDES D'INSPECTION

### Faciliter les contrôles et opérations basiques

	Quoi	Comment
Vérification	<ul style="list-style-type: none"><li>• Principaux paramètres de processus</li><li>• Bruits anormaux</li><li>• Appareils de sécurité</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Définition des éléments de la check-list</li><li>• « Zone verte » de fonctionnement matérialisés</li><li>• Hublot ou grille pour visualiser les pièces en mouvement</li><li>• Pastilles thermiques ...</li></ul>
Nettoyage	<ul style="list-style-type: none"><li>• Filtres</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Accès facile et durée limitée (&lt;15min)</li><li>• Matériel de nettoyage sans risque et disponible</li></ul>
Remplacement	<ul style="list-style-type: none"><li>• Filtres</li><li>• Ventouses</li><li>• Outils de coupe</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pièce de remplacement à proximité</li><li>• Accès direct</li><li>• Pas de risque électrique</li><li>• Instruction détaillée</li></ul>

## 3.4.4 RONDES D'INSPECTION

### Progression par bloc thématique

air comprimé

lubrification

opérations mécaniques simples (serrage)

composants électriques (capteurs de position, fusibles ...)

etc ...

### Contenu type d'une formation

rôle, fonctionnement et nom des éléments

traitement et prévention des problèmes courants

méthodes et standards d'inspection

pratique



Formation de formateur pour la maintenance  
Matrice de compétences pour les opérateurs

## 3.4.5 REVUE DES STANDARDS

Les équipes ont progressé en compétences  
Les équipements sont en meilleure condition



### Revue des standards et Suppression des doublons

- Revue et ajustement des rondes d'inspection par les opérateurs
- Formations complémentaires si besoin
- Ajustement du plan de maintenance par la maintenance
- Répartition des activités entre les services

## 3.4.6 AMÉLIORATION ET PÉRENNISATION

Extension des activités des opérateurs, au cas par cas

- réglage des équipements & contrôle qualité
- détection et traitement d'anomalies
- suivi de conditions opératoires
- petites opérations d'entretien sur l'outillage
- etc...

Résolution de problèmes axée sur les 6 causes de non-TRS

Audit de fonctionnement par l'encadrement

## 3.5. BONNES PRATIQUES

- ✓ Pré-requis : la maintenance de base est déjà en place



- ✓ Choisir le secteur pilote pour le démarrage
  - Criticité de l'équipement (TRS instable, pourcentage élevé de pannes, équipements sans solution alternative) ou enjeu de capacité / réactivité
  - Equipe motivée et sécurisée
- ✓ Garantir les ressources
  - Temps de formation
  - Modifications d'équipement
- ✓ Etendre progressivement

**Sario' Consult**  
26 000 VALENCE

Tél.

[contact@sario-consult.fr](mailto:contact@sario-consult.fr)

<http://www.sario-consult.fr/>