

SMED

Single minute exchange of Die

Safia LAMRANI

Cours : Amélioration des performances industrielles

ENSEM Casablanca

2008/09

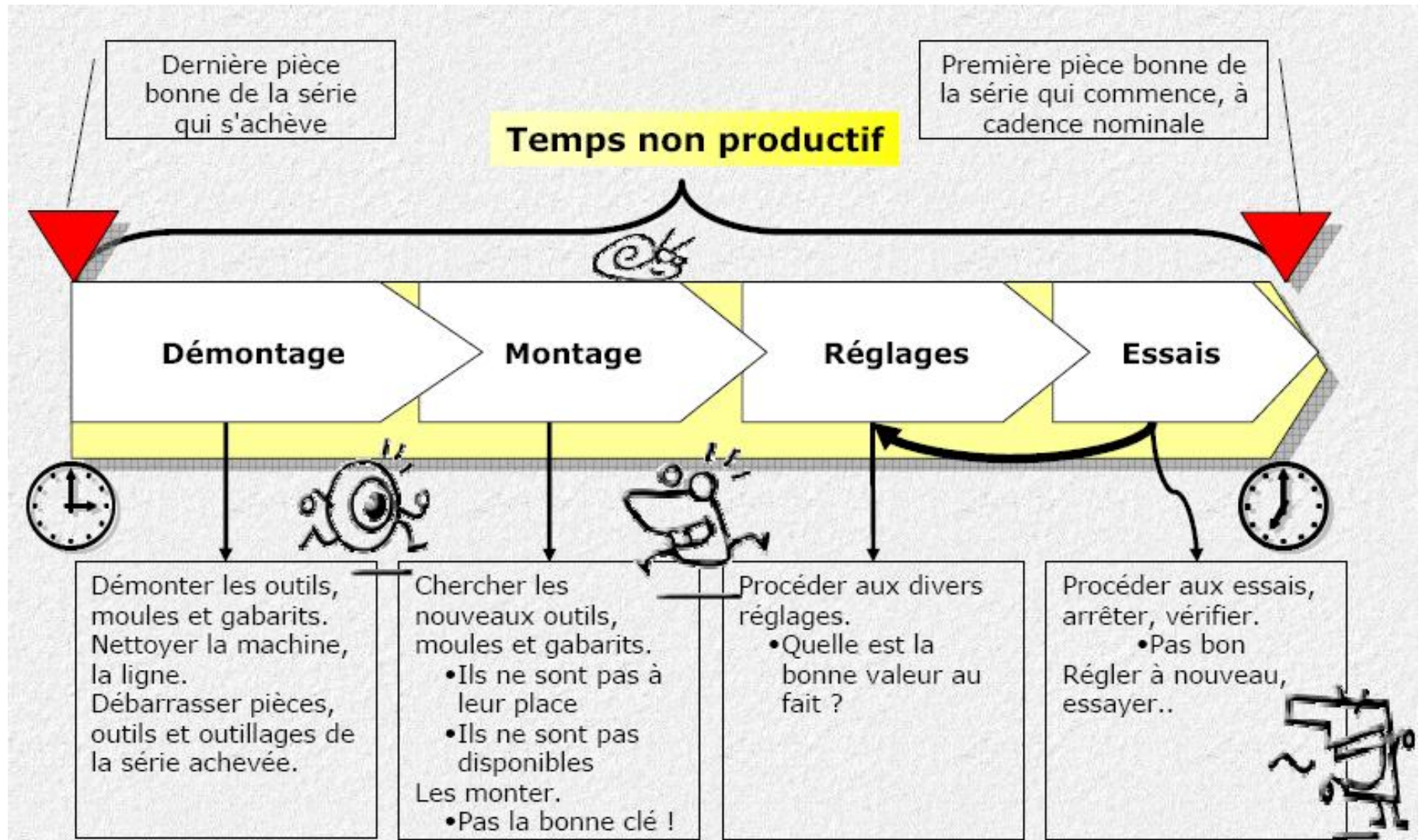
lamranisafia@yahoo.com

I- SMED
pourquoi?

Introduction

- Les stocks coûtent cher!!
 - Les frais inhérents aux stocks (espace, frais de tenue du stock..)
 - Exigences croissantes de la clientèle
 - Diversification et abondance des offres
 - Innovation de plus en plus rapide et attendue du marché
 - Un produit indisponible est une vente perdue qui profitera à un concurrent plus réactif
 - Les produits stockés risquent l'obsolescence
 - Les clients s'orientent de plus en plus vers des produits personnalisés (très petites séries)

Changement de série classique

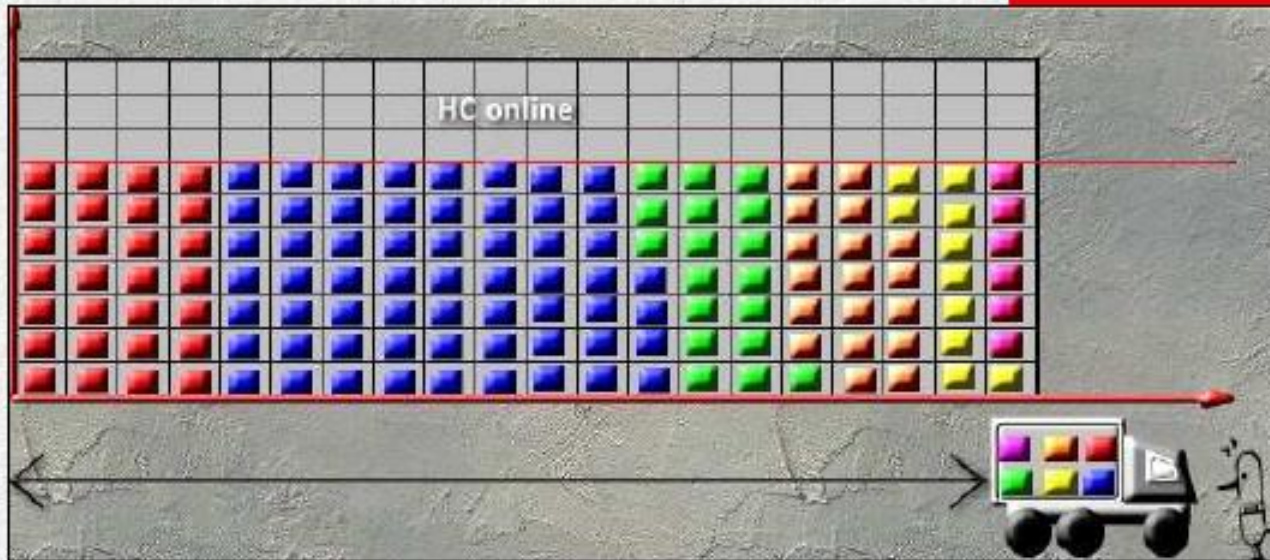
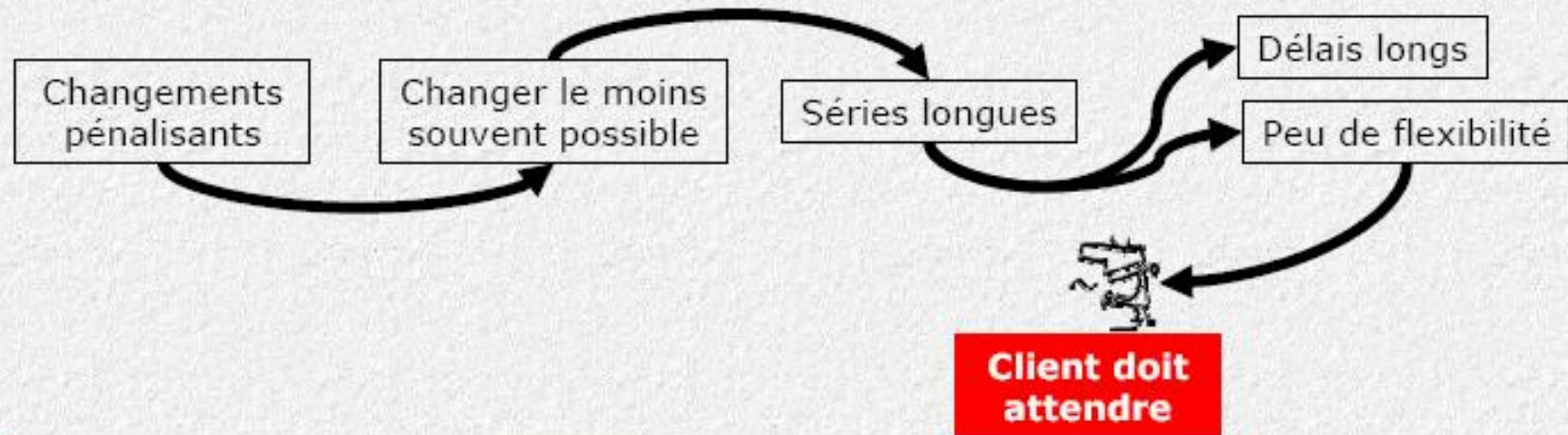


Étapes d'un changement de série classique

en moyenne, un changement de fabrication se décompose en :

1- PRÉPARATION	30 %
2- MONTAGE / DÉMONTAGE	5 %
3- CENTRAGE / POSITIONNEMENT	15 %
4- ESSAIS ET FINITION DES RÉGLAGES	50 %
	<hr/>
	100 %

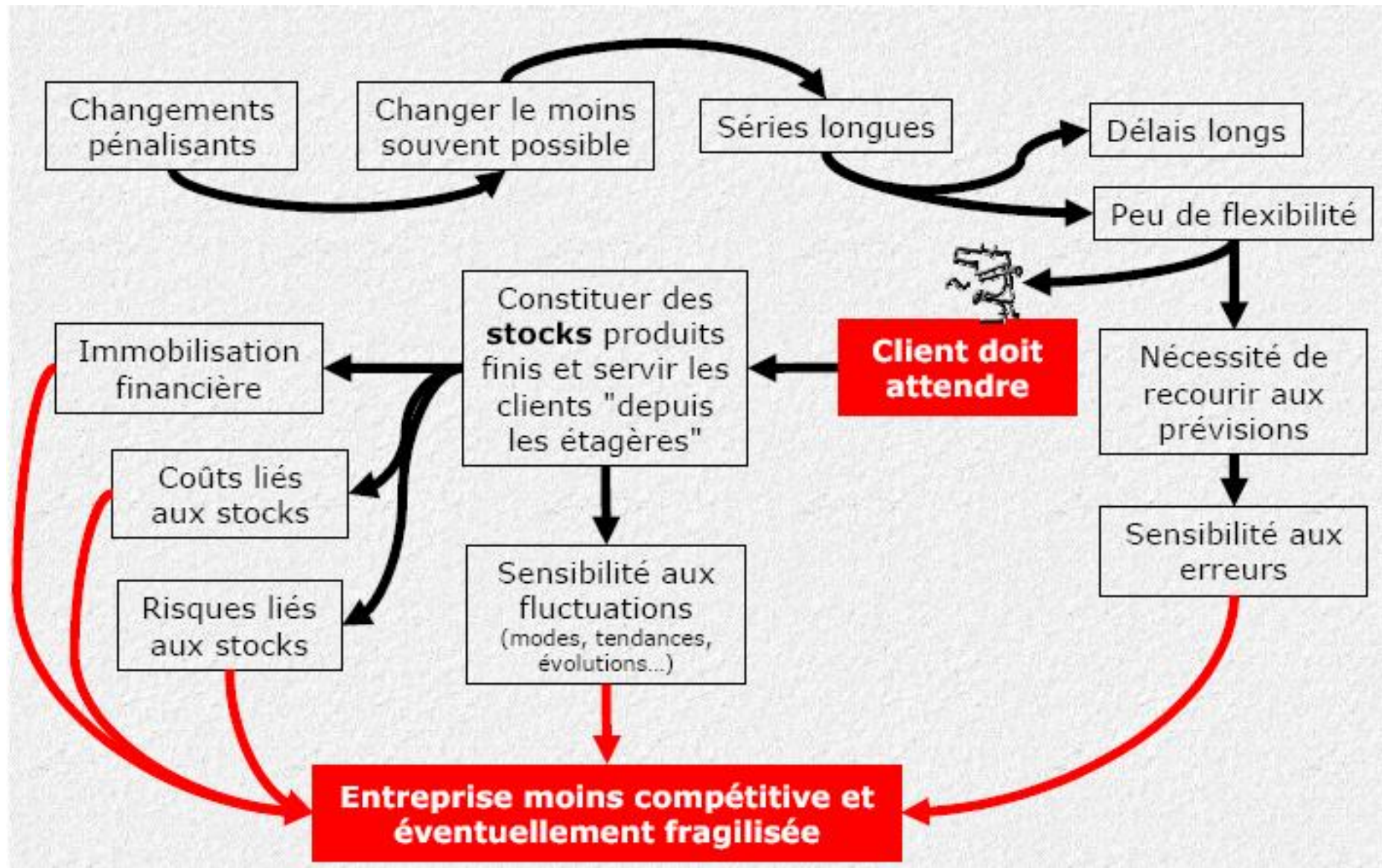
Conséquences de la longueur de changement de série classique



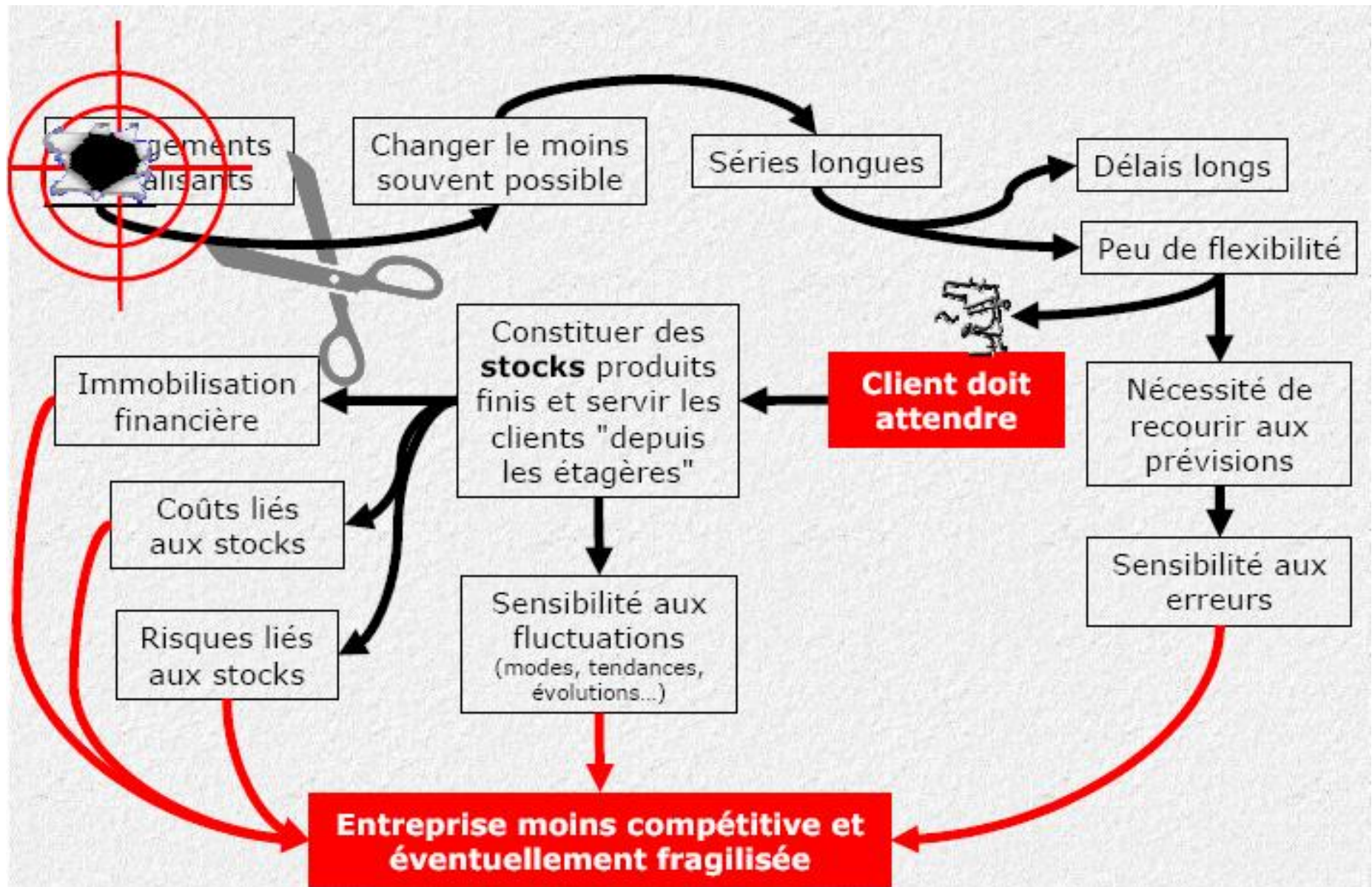
Exemple de délais

Une colonne représente un jour de travail de sept heures (lignes).
Pour obtenir un lot de six références différentes, le client doit attendre 20 jours (livraison franco de port), alors que le délai réellement nécessaire à la fabrication de sa commande est de 6 heures.

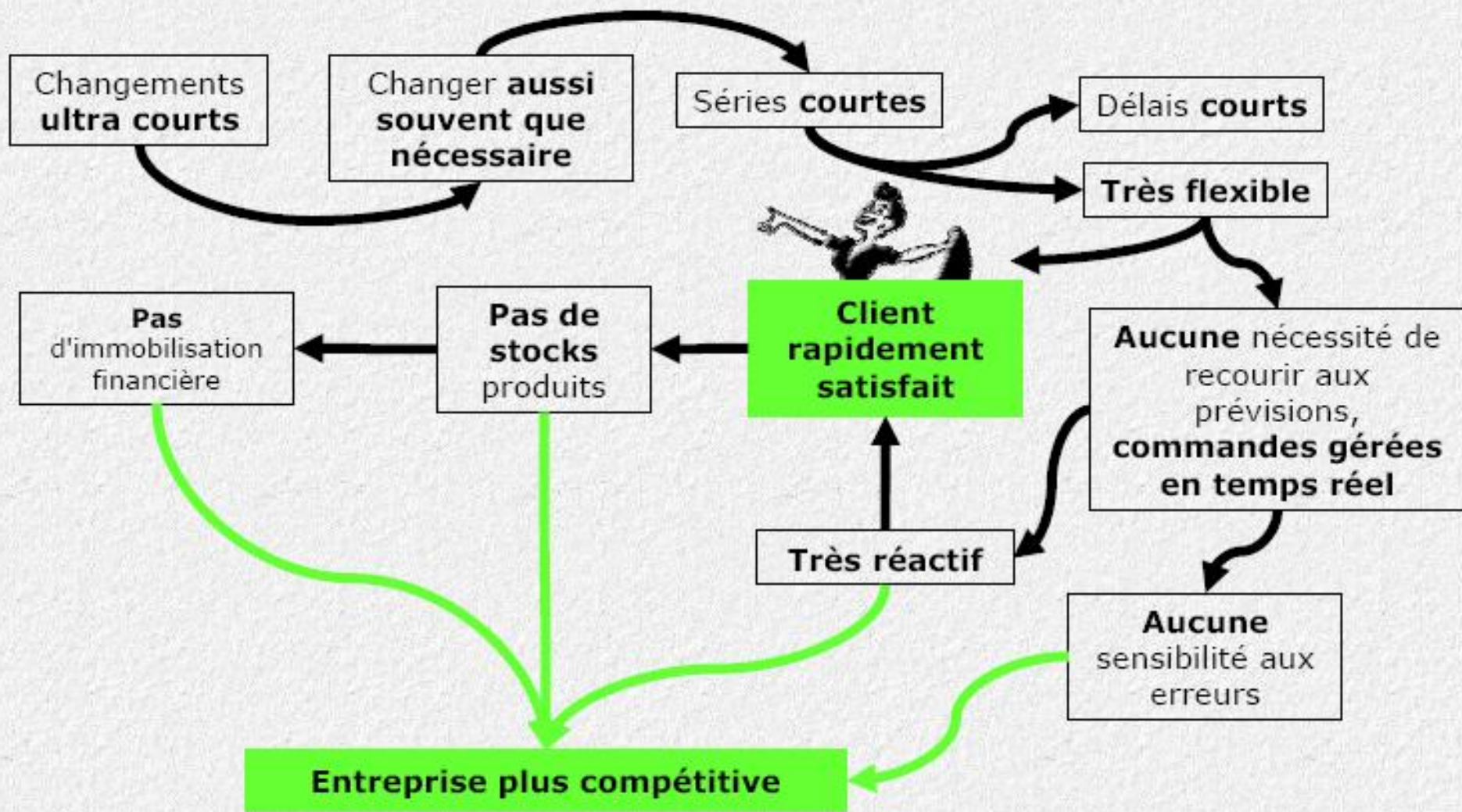
Conséquences de la longueur de changement de série classique



SMED : pour couper la chaîne de conséquences négatives



Conséquences des changements de série ultra courts



SMED : Single Minute exchange of Die

Solution du TPS (Shigeo Shingo) :

possibilité de changer un outil en moins de dix minutes au lieu de
>5hr

- Bibliographie :

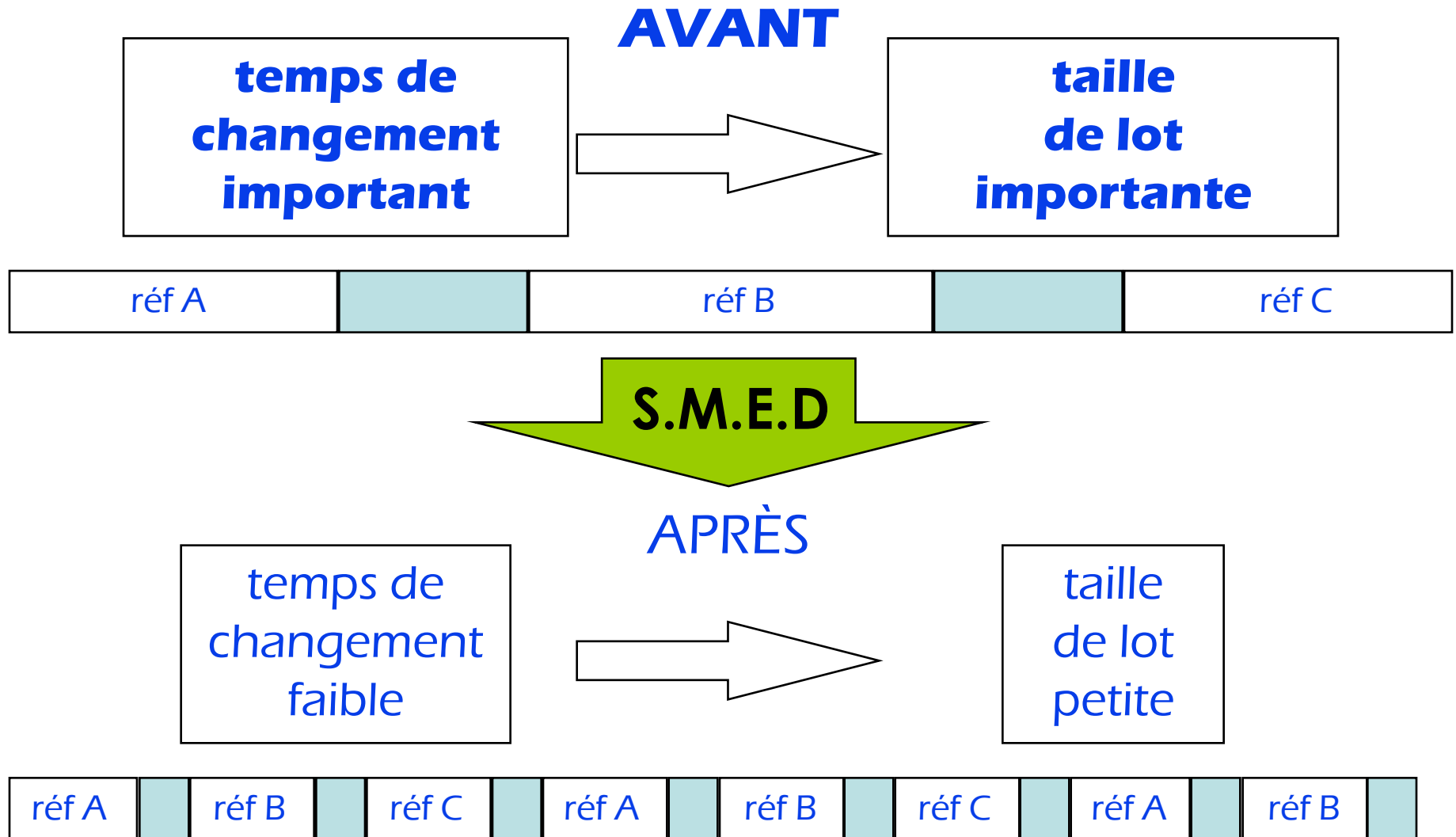
- "Le système SMED", Shigeo Shingo, Editions d'organisation, Paris, 1987, 348p, ISBN 2-7081-00776-3

« *Le **SMED** est une méthode d'organisation qui cherche à réduire de façon systématique le temps de changement de série, avec un objectif quantifié. »*
(norme AFNOR NF X50-310).

RÉSULTATS OBTENUS PAR LE S.M.E.D

Société	Capacité (en tonnes)	Avant S.M.E.D.	Après S.M.E.D.	1/n
(Presses à effet simple)				
M electric	150 t	2 h 10 mn	7 mn 25 sec	1/18
S industries	30 t	1 h 40 mn	4 mn 36 sec	1/22
T industries	100 t	1 h 30 mn	3 mn 20 sec	1/27
T manufacturing	80 t	4 h 0 mn	4 mn 18 sec	1/56
(Presses à mouler le plastique)				
N rubber	100 ounces	2 h 30 mn	6 mn 28 sec	1/23
Y manufacturing	100 ounces	1 h 50 mn	4 mn 36 sec	1/24
M manufacturing	80 ounces	6 h 40 mn	7 mn 36 sec	1/53
(Presses à mouler le métal)				
M metals	250 t	50 mn	6 mn 24 sec	1/8
T die casting	250 t	1 h 20 mn	7 mn 46 sec	1/10
S manufacturing	250 t	1 h 10 mn	5 mn 36 sec	1/13

S.M.E.D ET TAILLE DE LOT



Les effets du SMED

des effets “DIRECTS” par rapport à l’objectif de flexibilité :

- réduction de la taille des lots
- réduction des délais de circulation des lots
- diminution des coûts de changement
- diminution des erreurs de réglages au changement
- augmentation de la capacité des machines

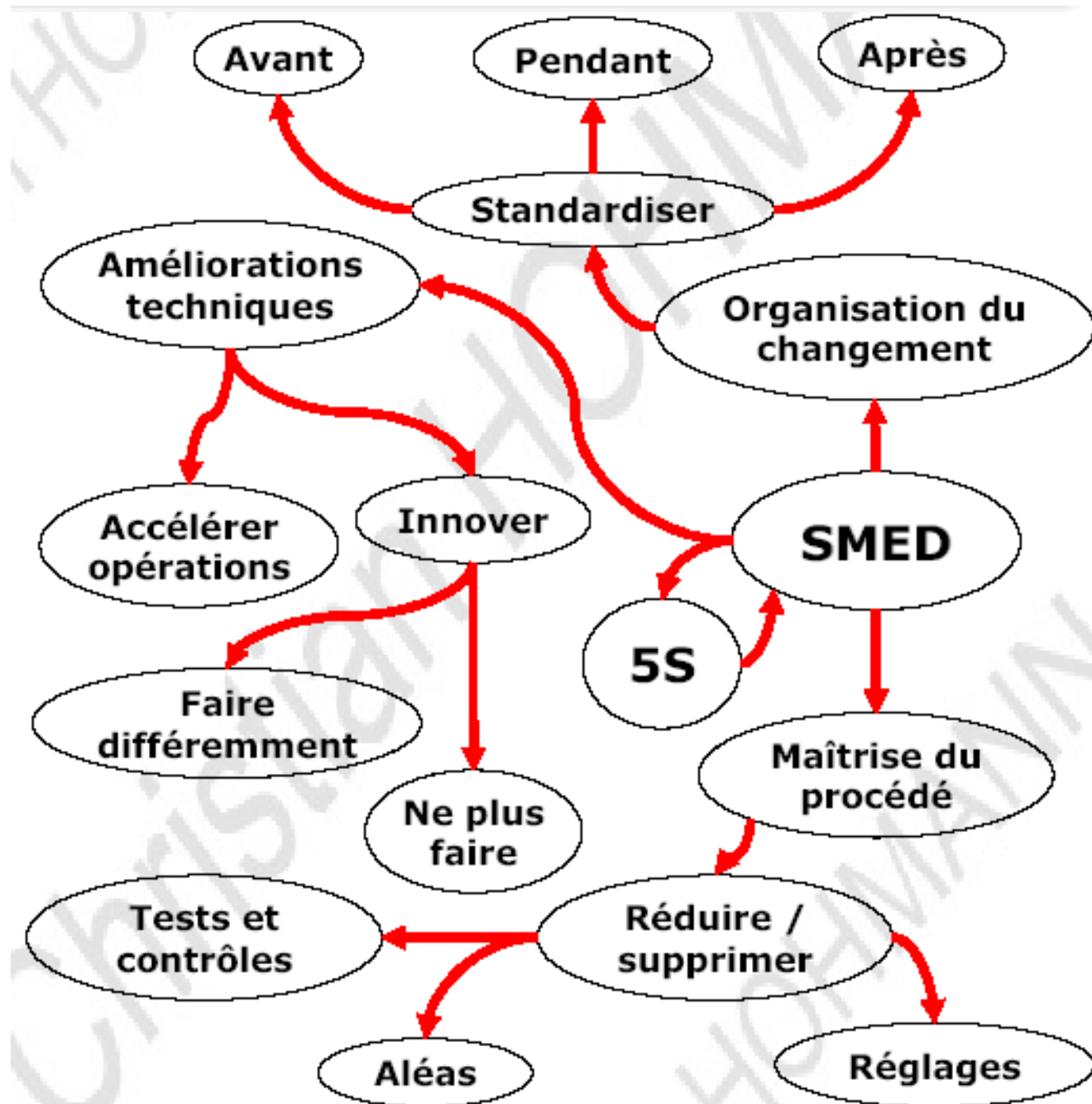
des effets “INDIRECTS” :

- diminution de la non-qualité
- augmentation de la flexibilité
- production sans stock
- plus de compétences collectives et partagées
- machines plus simples
- augmentation de la sécurité

II - SMED : comment?

Objectif :
réduire le
temps
Machine
Arrêtée

- Plusieurs
champs
d'investiga
tion



préparation

Formule 1

entraînement

**travail
en parallèle**

**vis et écrous
standard**

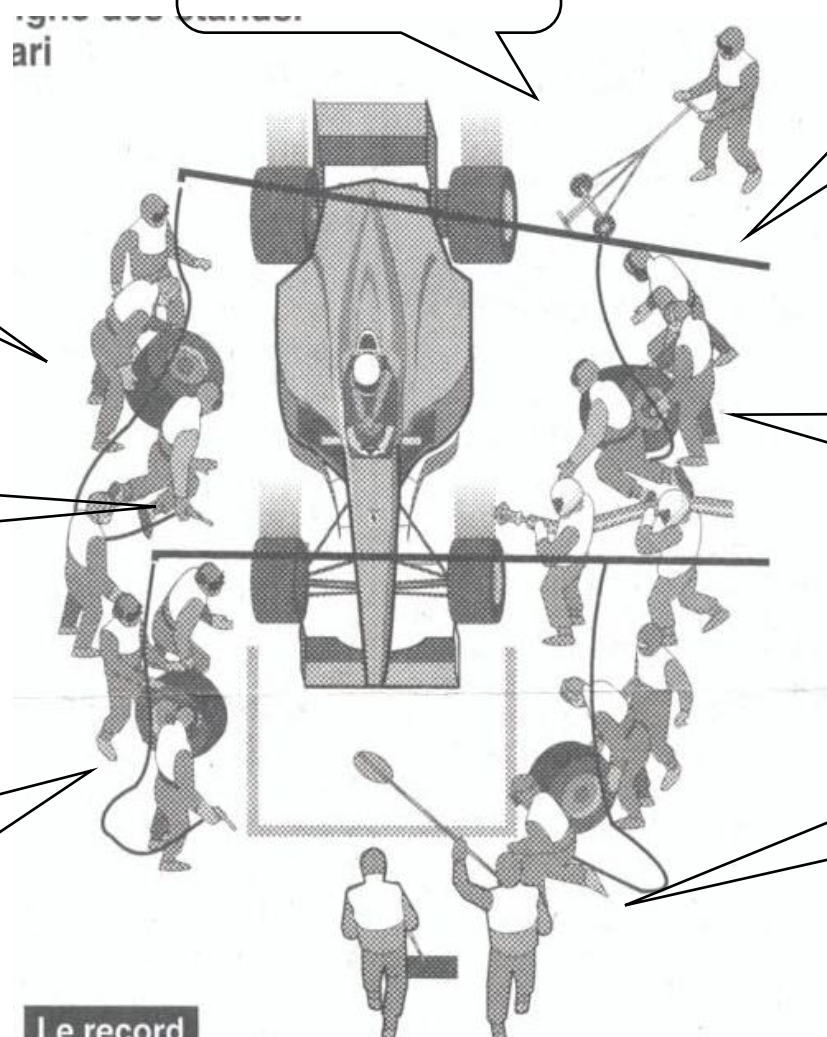
**outillages
adaptés**

**beaucoup
de personnes**

**challenge
d'équipe**

sécurité

Le record

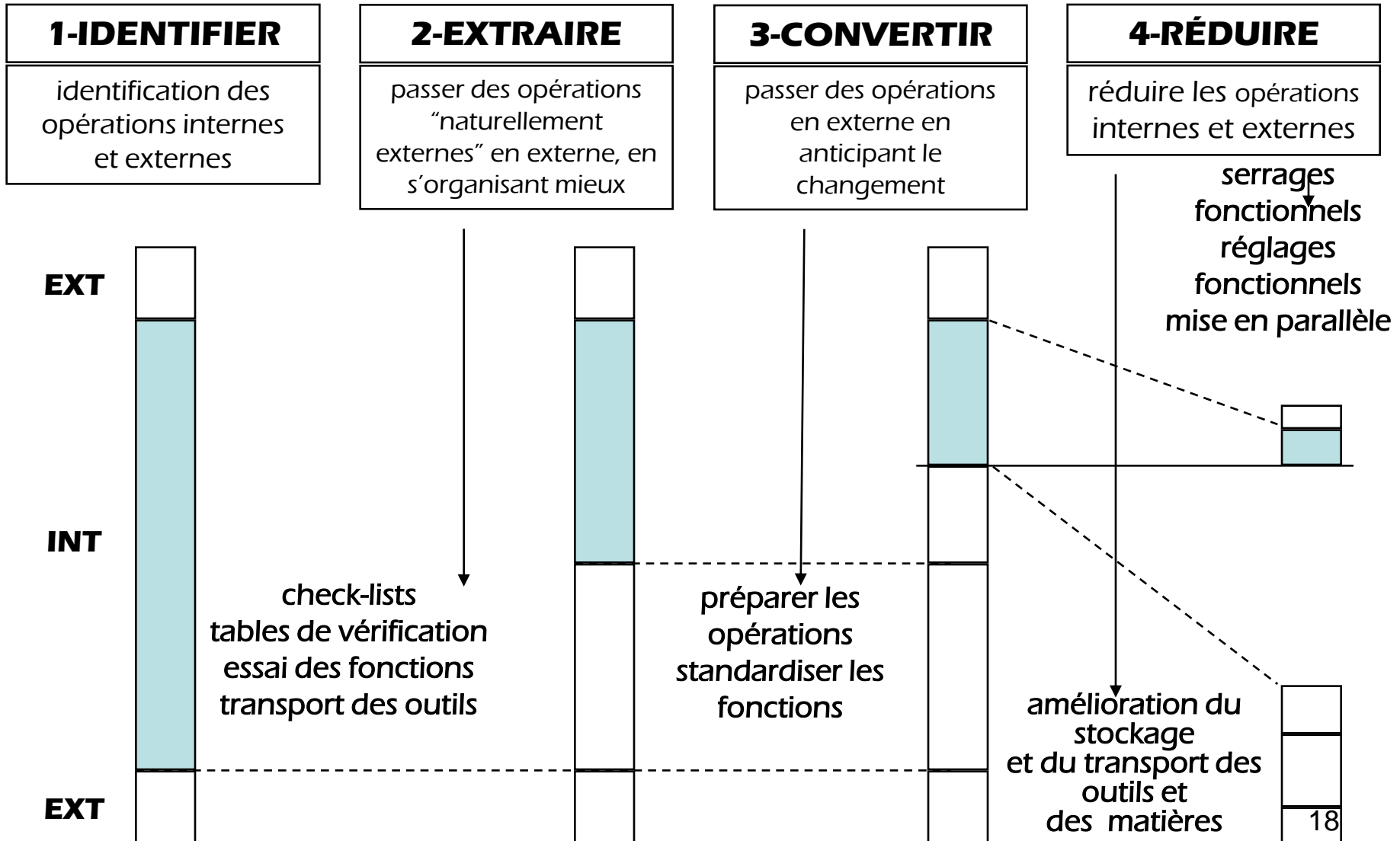


Observer avant tout

- Préparer la procédure et le mode opératoire
- L'observation révèle une dispersion des durées et de l'efficacité des opérations en fonction des individus qui pratiquent
- Il faut donc **standardiser** pour avoir une référence pour comparer
- ! SMED nécessite au préalable les 5S!

LA MÉTHODE S.M.E.D de Shigeo SHINGO

résumé des étapes



Étape 1 : Identifier les opérations

- Comment faire ?
 - filmer le changement de fabrication
 - compléter le film de commentaires
 - (quoi ? qui ? où ? quand ? comment ?)
 - identifier chaque opération par :
 - un numéro,
 - sa désignation,
 - et sa durée.

Étape 1 : IDENTIFIER

conseils d'enregistrement vidéo (1/3)

- 1- Ne pas hésiter à effectuer des films complémentaires (préparation éventuelle, ...) où figureront principalement des tâches externes que l'on souhaite réduire.
- 2- Informer (réunion, affichage, journal interne) l'atelier de la date et de la raison de l'enregistrement vidéo.
- 3- Attention à ne pas "organiser" le changement : il s'agit de relever ce qui se passe dans la vie courante.
- 4- Avoir, en permanence sur l'enregistrement, l'affichage de l'heure (ou alors un numéro de compteur).
- 5- Faire faire l'enregistrement par un régleur ou une personne qui connaît bien le changement ; prévoir une formation préalable à l'utilisation de la caméra.

Étape 1 : IDENTIFIER

conseils d'enregistrement vidéo (2/3)

- 6- L'animateur du projet S.M.E.D doit assister au tournage.
- 7- Si le changement est effectué par plusieurs personnes, utiliser le tableau d'analyse d'activités multiples.
- 8- Enregistrer surtout ce qui se passe sur le poste et expliciter les arrêts et absences :
ne pas hésiter à commenter le film.
- 9- Compléter la vidéo par tout document (plan, photo, rapport, etc) susceptible de renseigner sur l'implantation, la production, la maintenance, ...
- 10- N'utiliser les gros plans que pour certains points particuliers (détail technique, "tour de main", sécurité, qualité, etc).
- 11- Définir le nombre de caméras nécessaires : surtout en cas de travail en parallèle, ou en cas d'équipement de grande dimension.

Étape 1 : IDENTIFIER

conseils d'enregistrement vidéo (3/3)

- 12- Définir les différentes positions de la caméra pendant l'enregistrement (prises de vue) ; et tester ces différentes positions.
- 13- Repérer les prises de courant et déterminer la longueur des rallonges nécessaires.
- 14- Attention aux passages de câbles et aux risques de coupures dues aux passages.
- 15- Faire auparavant un essai “à blanc” pour vérifier, sur la télévision, la qualité de l'enregistrement (lumière, son, contre-jour).
- 16- Utiliser de préférence un pied de caméra.
- 17- Utiliser de préférence l'alimentation sur secteur plutôt que sur batterie.
- 18- Utiliser des cassettes vidéo longue durée (240 minutes). (Ou numérique 😊)

Étape 1 : IDENTIFIER

tableau d'analyse d'activités multiples

Lorsqu'un changement nécessite la présence simultanée de plusieurs personnes, il est recommandé d'utiliser une représentation sous la forme d'un tableau appelé "ANALYSE D'ACTIVITÉS MULTIPLES"

temps passés

ÉLECTRICIEN	MÉCANICIEN	RÉGLEUR
débranche l'installation 24	démontent la goulotte d'approvisionnement 38 38	
débranche l'alimentation du tunnel 65		
... ..	démonte le mécanisme d'entraînement 72	effectue pré-réglage 58
		attente mécanicien 14

étape préliminaire

- Supprimer les opérations qui apparaissent clairement et immédiatement inutiles au changement de série et qui ne sont que des pertes de temps

Étape 2 - extraire

- Rejeter l'exécution des opérations faisables avant et après l'arrêt de machine, hors de la phase d'arrêt de la machine
- Trier les opérations restantes dans le but de leur conversion d'opérations faites Machine Arrêtée (MA) en opération faite Machine en marche (MM)

- Rejet avant et après l'arrêt

- En amont de l'arrêt, rejeter les opérations préalables, par la préparation :
 - Des outils et des pièces nécessaires
 - Des instructions, mode opératoires & plans;
 - Des moyens de manutentions;
 - Des éventuels pré assemblages

Étape 2 - extraire

Que veut-on extraire ?

des opérations internes (machine à l'arrêt) que l'on pourrait faire "machine en fonctionnement", en préparant mieux le changement
(OBJECTIF : ZÉRO DÉPENSE)

Comment faire ?

- utilisation de **check-lists**
- utilisation de **tables de vérification**
- essai des conditions de fonctionnement des outils
- transport des outillages, outils, matières

Étape 2 - extraire

utilisation de check-lists (1/2 : description)

CHECK-LIST de toutes les pièces et phases nécessaires au changement de fabrication.

Elle peut inclure :

- liste des outils, outillages, matières, ...
- pression, température, et autres réglages
- valeurs numériques pour mesures et dimensions
- personnes à prévenir et quand les prévenir
- ...



UNE CHECK-LIST PAR TYPE DE CHANGEMENT
(OU PAR MACHINE)
PAS DE CHECK-LIST GÉNÉRALE POUR L'ATELIER

Étape 2 - extraire

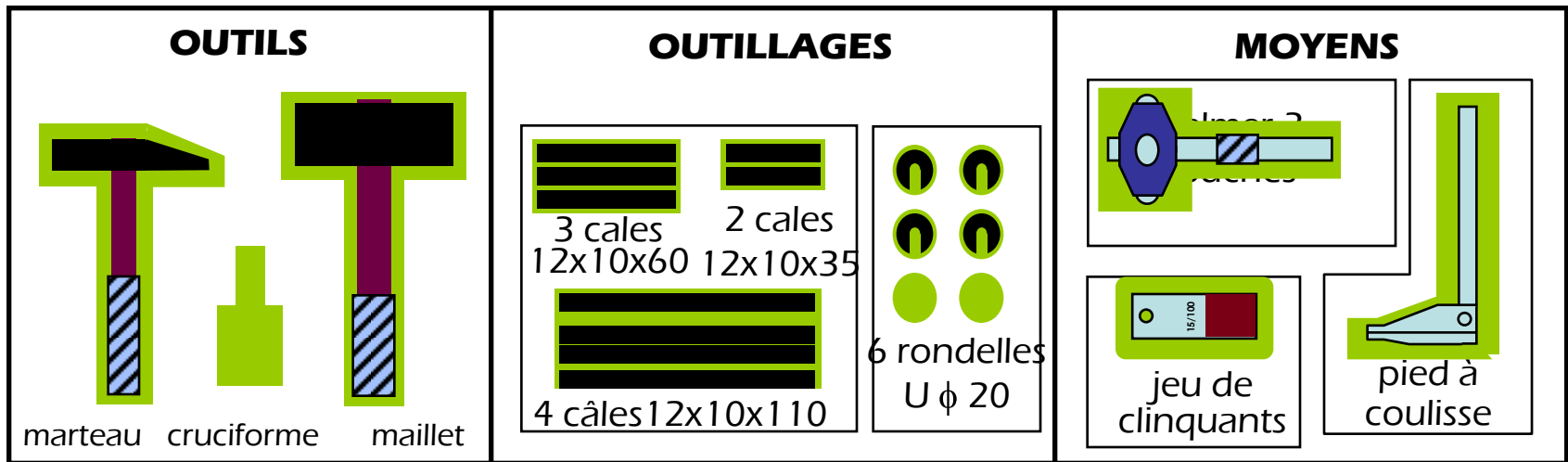
utilisation de check-lists (2/2 : exemple)

changement RÉF 145 ↓ RÉF 208	désignation référence	température pression	quantité		1 ère Vérif.	2 ème Vérif.
pièces	cales 30		5		X	
matière	pâte HVS-4	180 C 1,8 bars	4 m ³		X	
outillage	pince n 8 clé de 18/22		2 1			
contrôle	cliquant palmer 14		3 2			

Étape 2 - extraire

utilisation de tables de vérification

table ou servante sur laquelle sont dessinés les outils et moyens divers nécessaires au changement de série

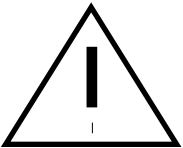


UNE TABLE DE VÉRIFICATION NE PERMET PAS
DE VÉRIFIER LES CONDITIONS OPÉRATOIRES :
C'EST UN COMPLÉMENT À LA CHECK-LIST

Étape 2 - extraire

essai des conditions de fonctionnement des outils

VÉRIFIER le BON FONCTIONNEMENT des OUTILLAGES et des OUTILS nécessaires (outils à pré-régler, appareils de mesure à étalonner, etc ...) est une **OPÉRATION À FAIRE EN EXTERNE**



LE CAS ÉCHÉANT, CERTAINES RÉPARATIONS PEUVENT
PRENDRE PLUS DE TEMPS QUE PRÉVU

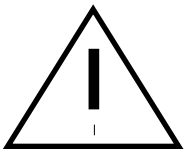
Étape 2 - extraire

transport des outillages, outils, matières (1/2)

SORTIR les OUTILLAGES et AUTRES PIÈCES
du magasin, et les **TRANSPORTER** au pied de
la machine

sont des OPÉRATIONS À FAIRE EN EXTERNE

- **soit par l'opérateur de la machine, lorsque la machine tourne en automatique,**
- **soit par une autre personne chargée du transport, de la logistique.**



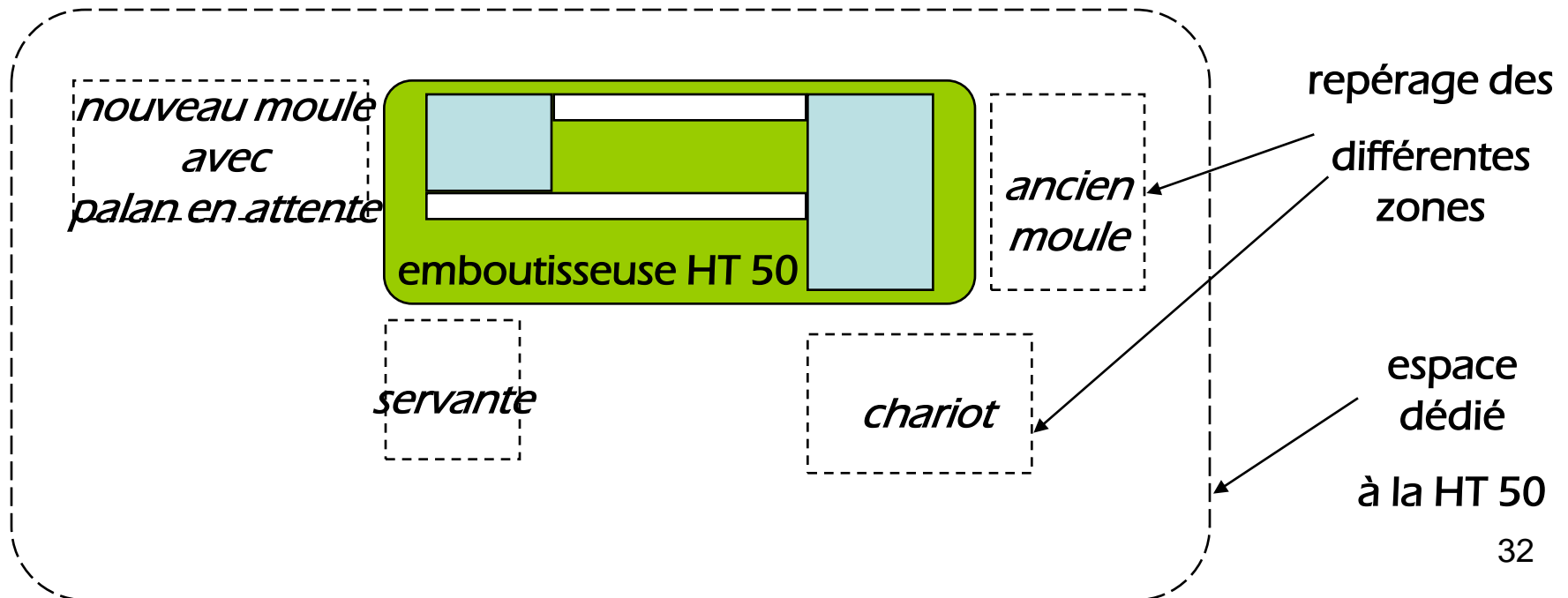
PENSER ÉGALEMENT À PLANIFIER LE RANGEMENT DE CES
OUTILS, OUTILLAGES, ETC, ... UNE FOIS LE REDÉMARRAGE DE
LA MACHINE EFFECTUÉ

Étape 2 - extraire

transport des outillages, outils, matières (2/2)

REMARQUE IMPORTANTE

L'espace autour de la machine pourra être structuré (marquages au sol) afin de faciliter la préparation des changements de fabrication



Étape 3- Convertir

- Que veut-on convertir ?
 - les opérations internes (machine à l'arrêt) que l'on pourrait faire machine en fonctionnement,
 - en “anticipant le changement”,
 - et en utilisant des solutions techniques

Comment faire ?

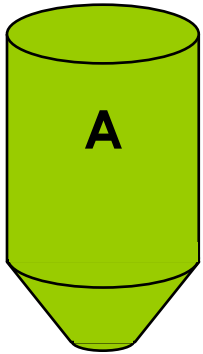
- mettre à l'avance les outillages dans les conditions de fonctionnement
- standardiser les fonctions (solutions technologiques, doublement d'organes fonctionnels)

Étape 3- Convertir

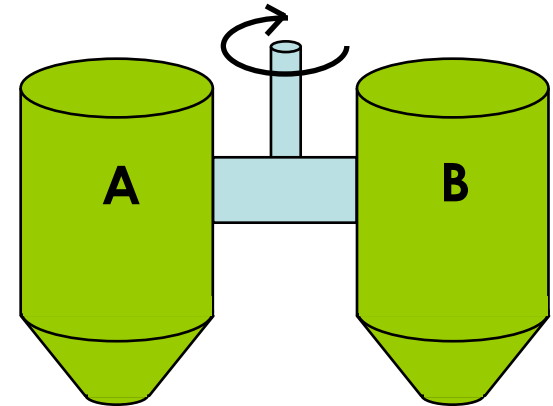
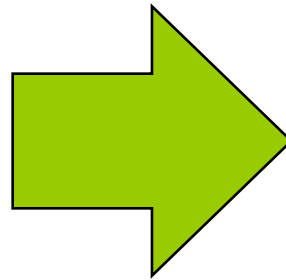
- Les améliorations techniques pour réduire le temps de changement passent par la suppression partielle ou totale de tous les mouvements "tourner« (typiquement le vissage à la main) car ils nécessitent de prendre et lâcher la pièce plusieurs fois !
- L'idéal est de fixer d'un seul coup, d'un seul geste. Les sauterelles permettent de serrer rapidement, précisément et inversement de desserrer facilement, d'un simple mouvement du poignet.
- Pour aller vite dans le positionnement et le bridage, il est conseillé d'utiliser des butées et des gabarits sur lesquels les réglages sont faits une fois pour toute ou sur lesquels on peut régler hors de la machine.

Étape 3- Convertir préparer la matière première

Cycle de changement :



- vider cuve A
- nettoyer cuve A
- remplir cuve B
- chauffer B



Cycle de changement :

- échanger cuves

ce qui a été converti :

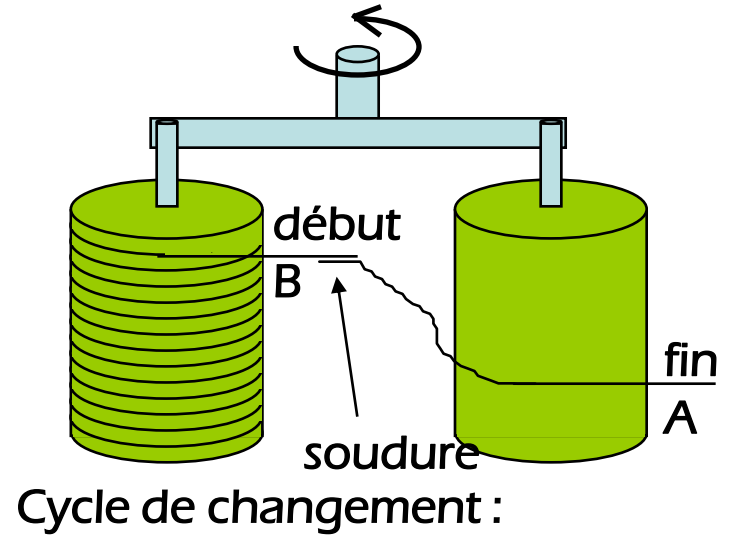
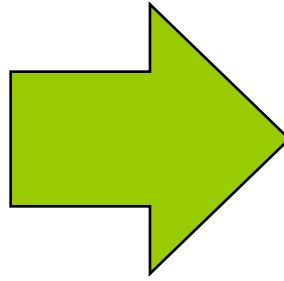
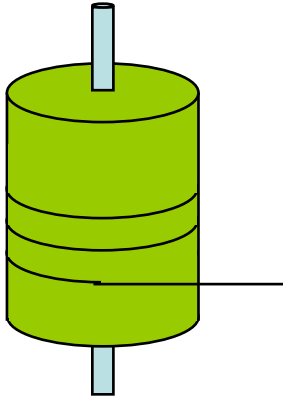
REPLISSAGE + CHAUFFAGE CUVES B (pendant série A)

VIDANGE + NETTOYAGE CUVES A (pendant série B)

Étape 3- Convertir matière première en continu

Cycle de changement :

- enlever A
- placer B
- ré-amorcer



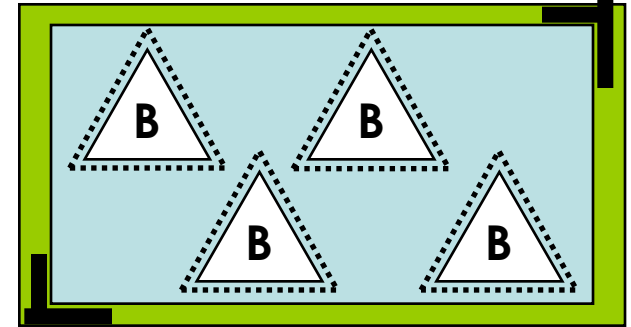
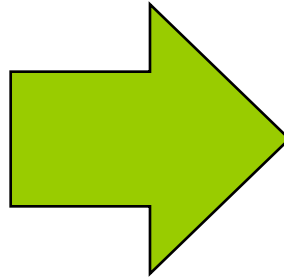
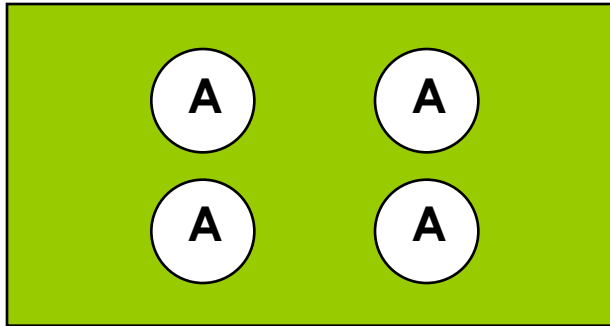
ce qui a été converti :

MISE EN PLACE BOBINE B (pendant série A)
ENLÈVEMENT BOBINE A (pendant série B)

Étape 3- Convertir pré-positionner la pièce, standardiser les supports

Cycle de changement :

- enlever A (x4)
- positionner/repérer B (x4)



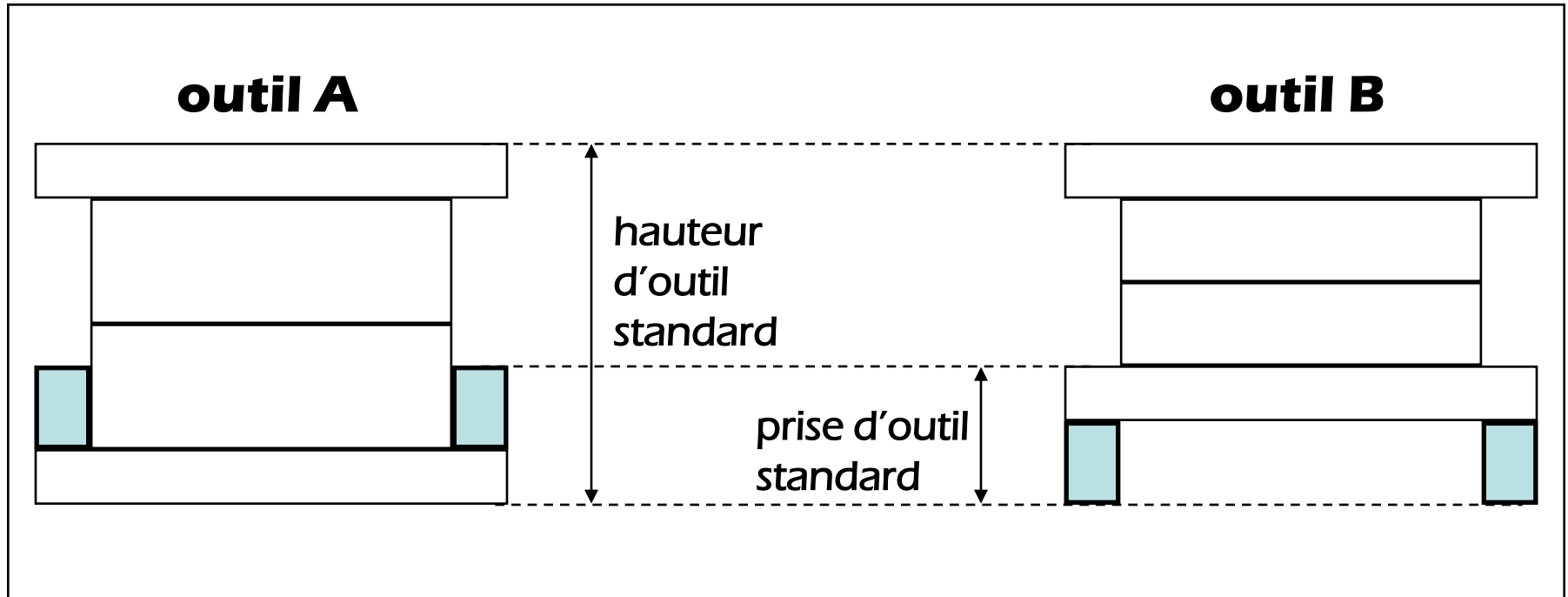
Cycle de changement :

- enlever plaque A
- placer plaque B

ce qui a été converti :

POSITIONNEMENT / REPÉRAGE DE B (pendant série A)
ENLÈVEMENT DE A (pendant série B)

Étape 3- Convertir pré-régler, standardiser les dimensions d'outils



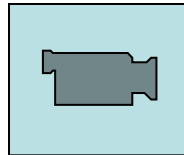
ce qui a été converti :
**RÉGLAGE DES COURSES POUR LA HAUTEUR DES OUTILS
ET POUR LE BRIDAGE DES OUTILS**

Étape 3- Convertir

- “ STANDARDISER, c’est :
 - analyser les FONCTIONS de chaque élément de l’outillage
 - (serrer, centrer, guider, maintenir, extraire, ...)
- avoir le MOINS d’éléments possible à remplacer”

Shigeo SHINGO

Vidéo SMED
Convertir



ÉTAPE 4 : RÉDUIRE

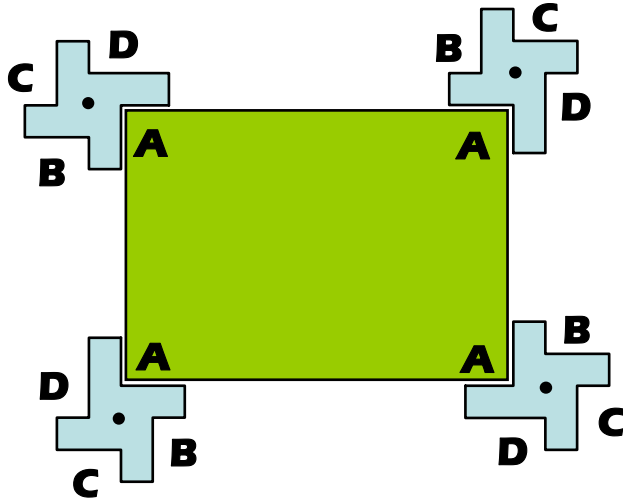
- Que veut-on réduire ?
 - les opérations internes restantes (machine à l'arrêt)
et,
 - dans un deuxième temps, les opérations externes
(machine en fonctionnement)
- Comment faire ?
 - réglages fonctionnels
 - serrages fonctionnels
 - mise en parallèle d'opérations
 - mécanisation de l'ensemble

ÉTAPE 4 : RÉDUIRE

Minimiser les réglages

- Les réglages sont une cause importante de perte de temps et par conséquent une source de gains potentielle.
- Pour minimiser le besoin de réglages ou du moins le temps passé à régler, il faut :
 - Fixer des valeurs de consigne
 - Trouver des méthodes "sans" réglages par des moyens physiques (cales, butées fixes...)
 - Mettre au point et utiliser des outillages spécifiques (gabarits)

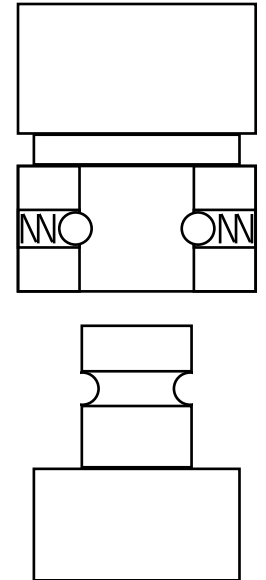
ÉTAPE 4 : RÉDUIRE réglages fonctionnels



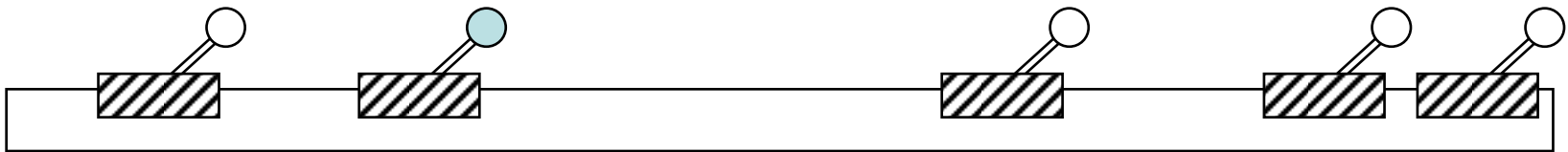
4 formats de plaques
interchangeables

RÉGLAGES BONS
" DU PREMIER COUP "

butées, cales, guides,
repères visuels, ...
DÉTROMPEURS



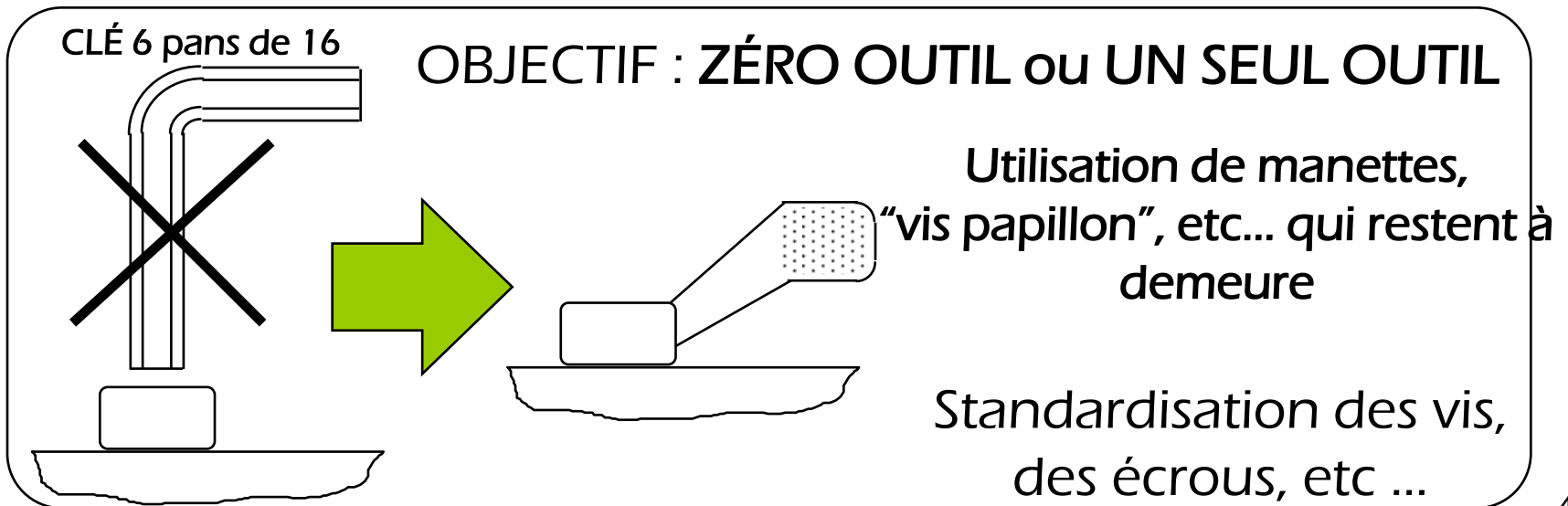
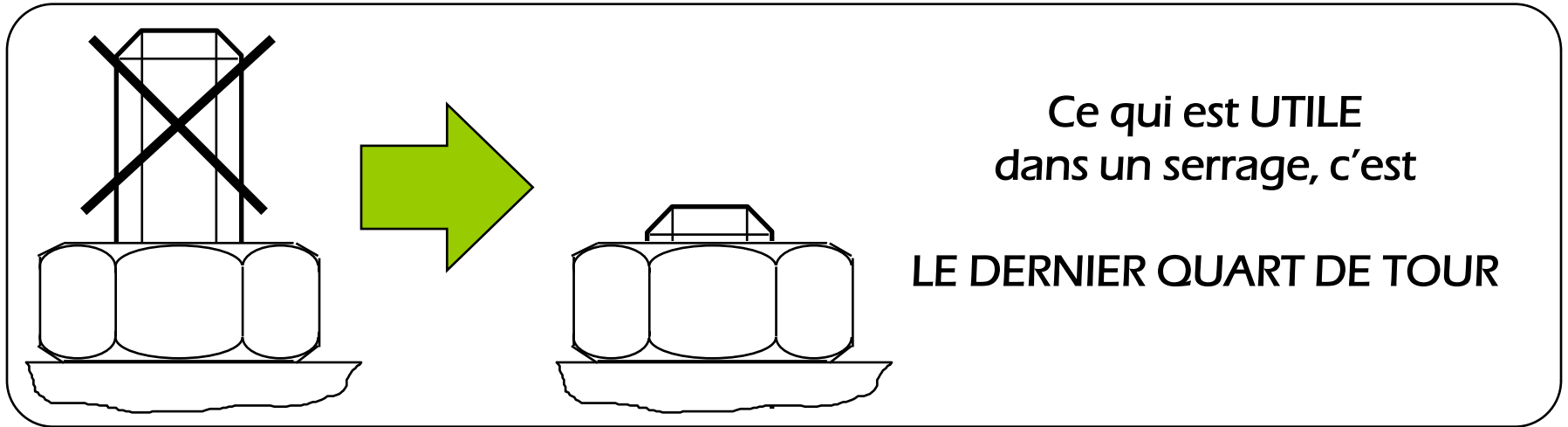
butée rapide



interrupteurs à demeure, alimentés individuellement

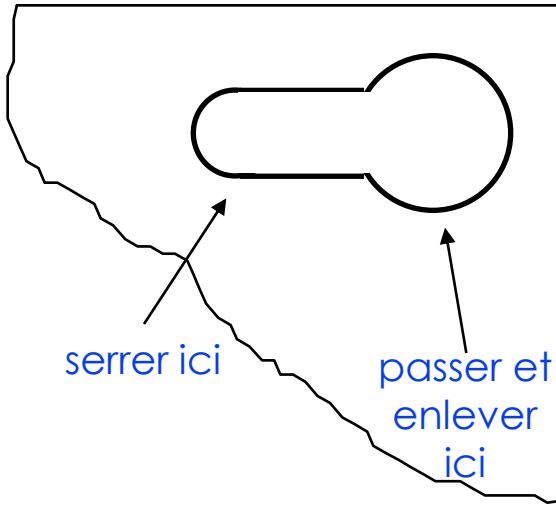
ÉTAPE 4 : RÉDUIRE

serrages fonctionnels (1/2 : principes)

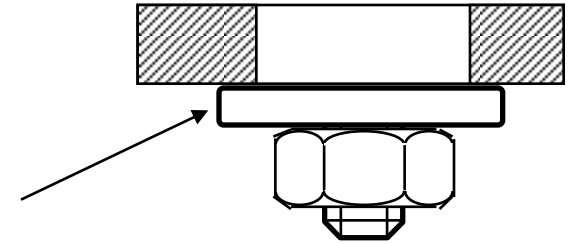
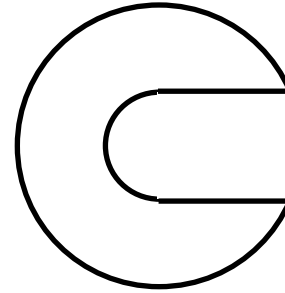


ÉTAPE 4 : RÉDUIRE

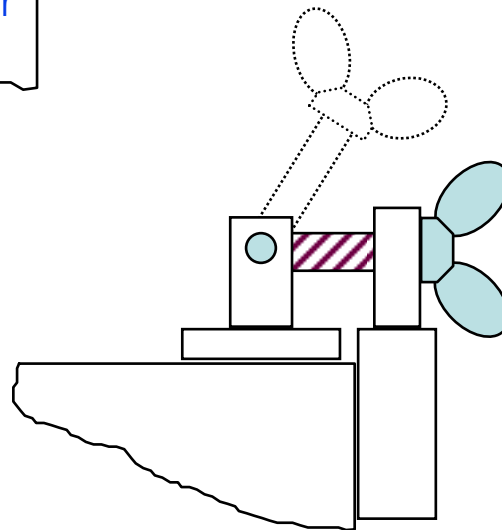
serrages fonctionnels (2/2 : exemples)



**trous en
boutonnière**

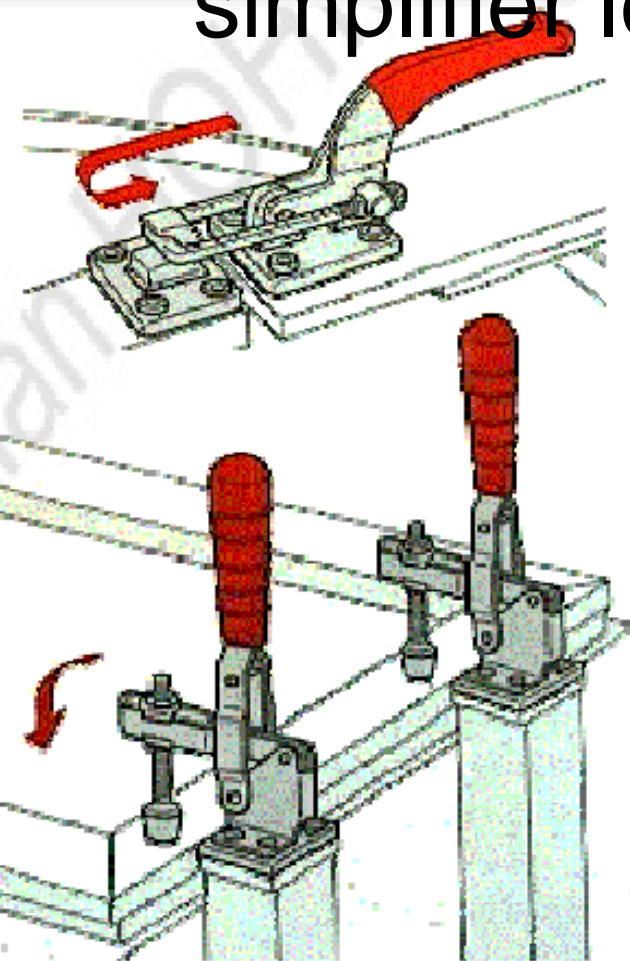


rondelle en U



**écrou
à ailettes**

ÉTAPE 4 : RÉDUIRE simplifier les bridages et les fixations



- Réduire l'emploi des vissages et boulonnages au profit de techniques plus rapides et sans nécessité d'outillages

Sauterelles

Les sauterelles permettent de serrer rapidement, précisément et de desserrer facilement, d'un simple mouvement du poignet.

ÉTAPE 4 : réduire

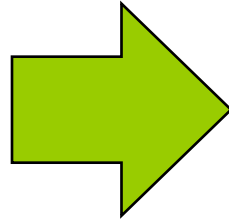
Travailler à plusieurs

- Le travail à plusieurs vise à partager les tâches et intervenir en simultané, tels les mécaniciens d'une écurie de formule 1 pour minimiser le temps d'arrêt du bolide au stand.
- Le travail à plusieurs se prépare, car sans cela le risque est important de perdre du temps dans la pagaille.
- Par ailleurs, il faut veiller à la sécurité, par exemple ne pas pouvoir démarrer une machine par le pupitre à l'avant alors qu'un opérateur est encore en intervention à l'arrière.
- Le travail à plusieurs suppose de synchroniser les intervenants, afin que tous soient prêts AVANT le changement. Cela peut inclure un décalage de pause ou une planification des changements à une heure déterminée.

ÉTAPE 4 : RÉDUIRE

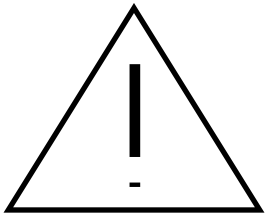
Travailler à plusieurs

1 personne
12 minutes



2 personnes
< 6 minutes

Le gain est bien souvent supérieur à la moitié du temps initial, car des économies de **DÉPLACEMENT** sont réalisées



SÉCURITÉ

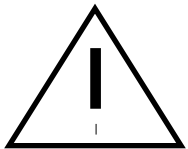
Quand un opérateur a fini certaines opérations, il doit le signaler à l'autre :

VOIX, KLAXON, TABLEAU LUMINEUX, MÉCANISME DE SYNCHRONISATION, ... ET PROCÉDURE FORMALISÉE



ÉTAPE 4 : RÉDUIRE

- LA MÉCANISATION NE SERA ENVISAGÉE QU'APRÈS AVOIR TOUT ESSAYÉ POUR AMÉLIORER LES RÉGLAGES
 - Les premières améliorations apportées, un nouveau film du changement de fabrication pourra être réalisé, afin de l'analyser une nouvelle fois : les dernières minutes à gagner seront davantage l'affaire d'une mécanisation éventuelle



NE PAS SE PRÉCIPITER DÈS LE DÉPART VERS LA
MÉCANISATION : MAIS SEULEMENT LORSQUE LES
RÉGLAGES ONT ÉTÉ RATIONALISÉS



Réexamen périodique

- Après un déploiement du SMED, un certain nombre d'opérations ne peuvent être ni supprimées ni réduites.
- Il faudra les réexaminer périodiquement car les progrès et innovations technologiques, ou encore de nouvelles idées peuvent apparaître et aider à les traiter.
 - Le recours aux détrompeurs, les Poka-Yoké, à d'éventuels automatismes et surtout le respect des procédures et modes opératoires doit permettre de reproduire à chaque fois la situation "standard".

LE ZÉRO CHANGEMENT

“Le meilleur changement de série est le zéro changement de série”

- standardisation des pièces à fabriquer
- utiliser 3 machines simples plutôt que 1 machine compliquée pour trois pièces
- spécialiser certaines machines pour certaines familles ou pour certains changements
- ...

S.M.E.D

Single Minute Exchange of Die
changements de fabrication en 10 minutes

O.T.E.D

One Touch Exchange of Die
changements de fabrication en 2 secondes
de type "changement de cassette"
(cellules flexibles robotisées, ...)

... ? ...