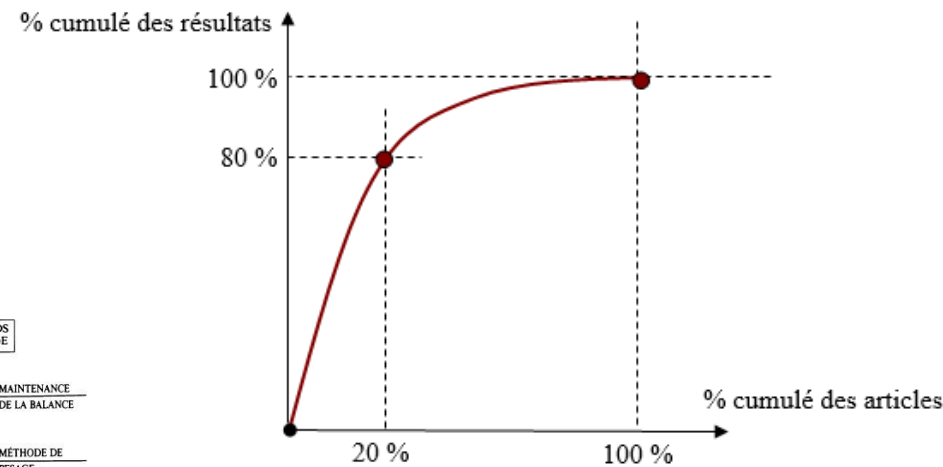
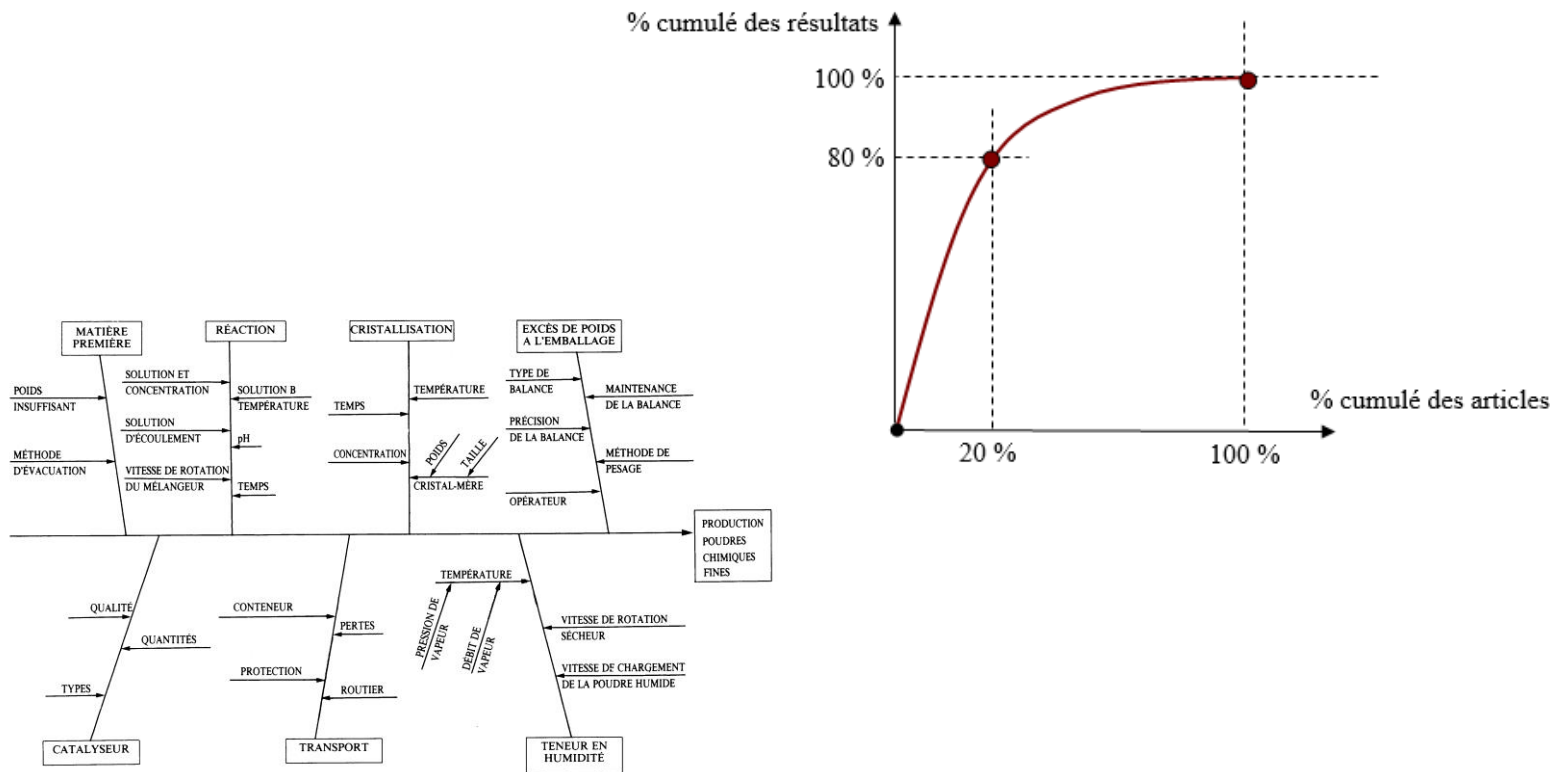


Analyse et aide à la décision

Planification et ordonnancement

Séance 5

Diagramme Causes-effet
Diagramme de Pareto



BTS1 – Aéronautique
(Réf. S7.4.2 et S7.6)



**Lycée Polyvalent
Marcel Dassault**
17300 - Rochefort

Le diagramme causes-effet

Le **diagramme causes-effet** (ou **diagramme d'Ishikawa** ou **en arêtes de poisson**) permet de visualiser les **causes réelles** ou supposées, pouvant provoquer un **effet** que l'on cherche à comprendre dans le cadre d'un **cercle de qualité** ou d'un **brainstorming**.

La construction de ce diagramme **s'effectue en groupe** et passe par plusieurs phases :

- 1) *Identifier l'**effet considéré*** (défaut, non-qualité) .
- 2) *Recenser* toutes les **causes** (et sous -causes) possibles .
- 3) *Regrouper* par **famille** des causes (usuellement 5 à 6) .
- 4) *Construire* le **diagramme causes-effet** .

Dans l'analyse d'un procédé, les causes fondamentales sont souvent regroupées sous le vocable « **5M** » :

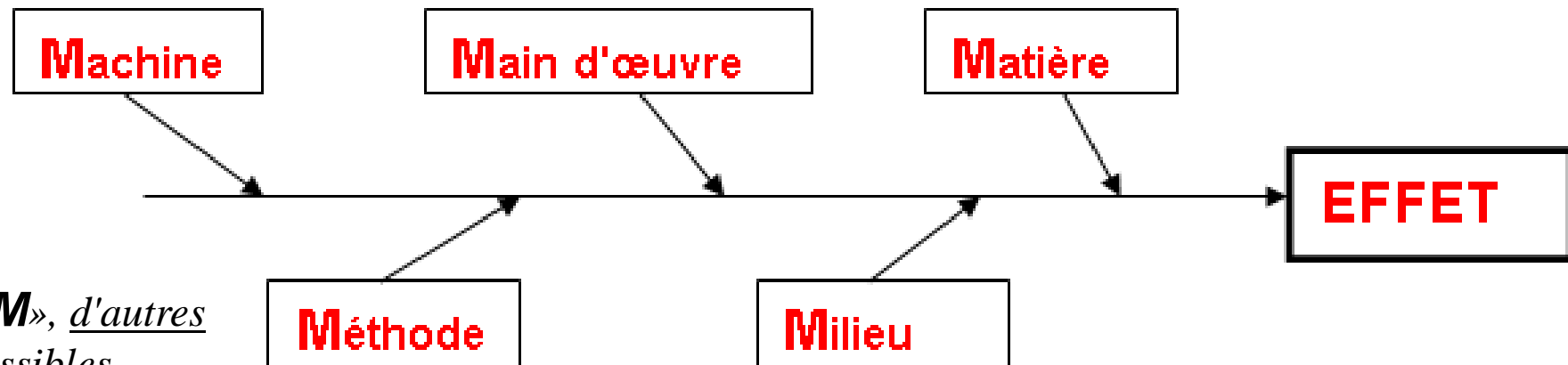
Machine : c'est tout **investissement** sujet à amortissement (machine, outillage ...)

Main d'œuvre : c'est le **personnel** .

Matière : c'est tout ce qui est **consommable**

Méthode : c'est tout ce qui est lie à la définition du **processus** de production.

Milieu : c'est **l'environnement** (conditions de travail, ergonomie, sécurité, ...).



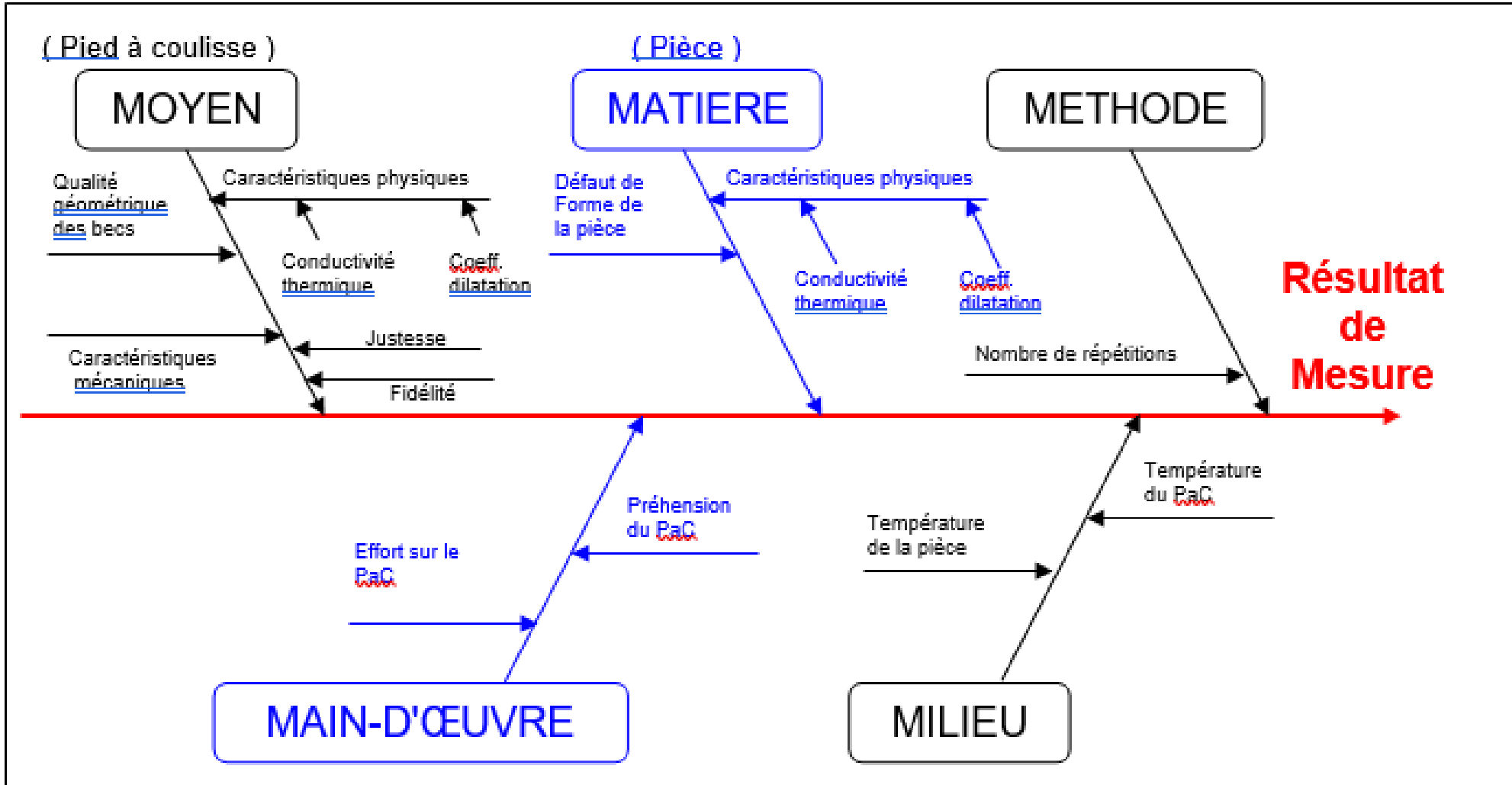
En dehors des «5M», d'autres typologies sont possibles.

Il est nécessaire d'effectuer une **hiérarchisation des causes** (ex. Paréto, ...) pour déterminer les causes sur lesquelles il faut agir en priorité .

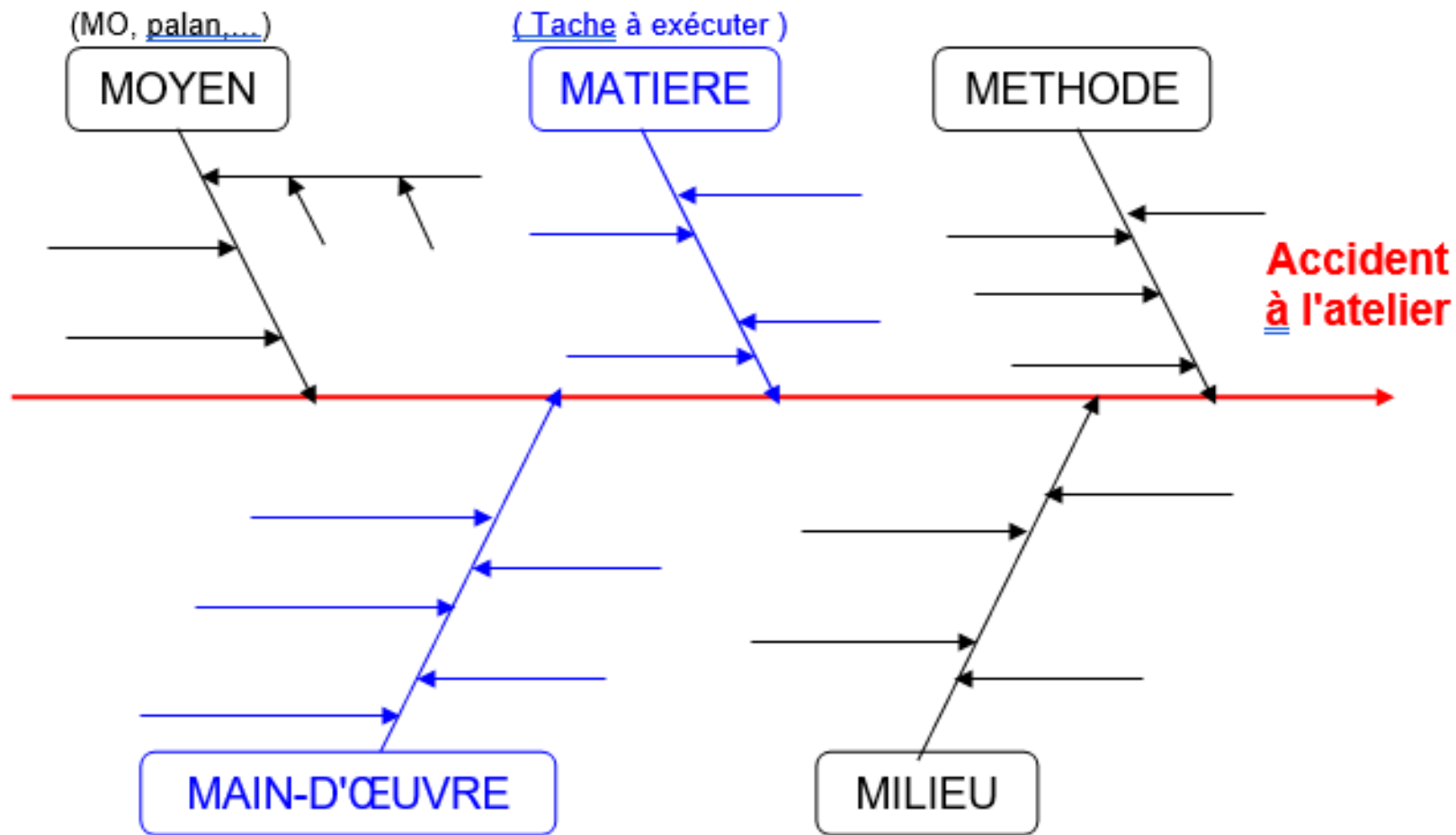
Vérifier que les **hypothèses causales** ont bien une **influence sur le phénomène observé !!!** (directement ou indirectement)

2 exemples :

- *Etablir le **diagramme causes-effet** du *résultat de mesure d'un pied à coulisse**
 - *Etablir le **diagramme causes-effet** d'un *accident de travail à l'atelier**



Mener un brainstorming pour identifier la liste des causes possibles puis les classer selon les « 5M »



Approche industrielle

Utilisé pour répondre à la question « pourquoi une dispersion de la qualité apparaît-elle ? », son usage est encore trop peu répandu dans les entreprises.

Il complète l'histogramme en recherchant les causes de la variabilité constatée.

Trois grands types de diagrammes peuvent être utilisés :

- a) pour analyser les **causes de dispersion**,
- b) pour **classer les processus de fabrication**,
- c) pour **analyser les causes de variation**.

Les avantages de cet outil sont nombreux :

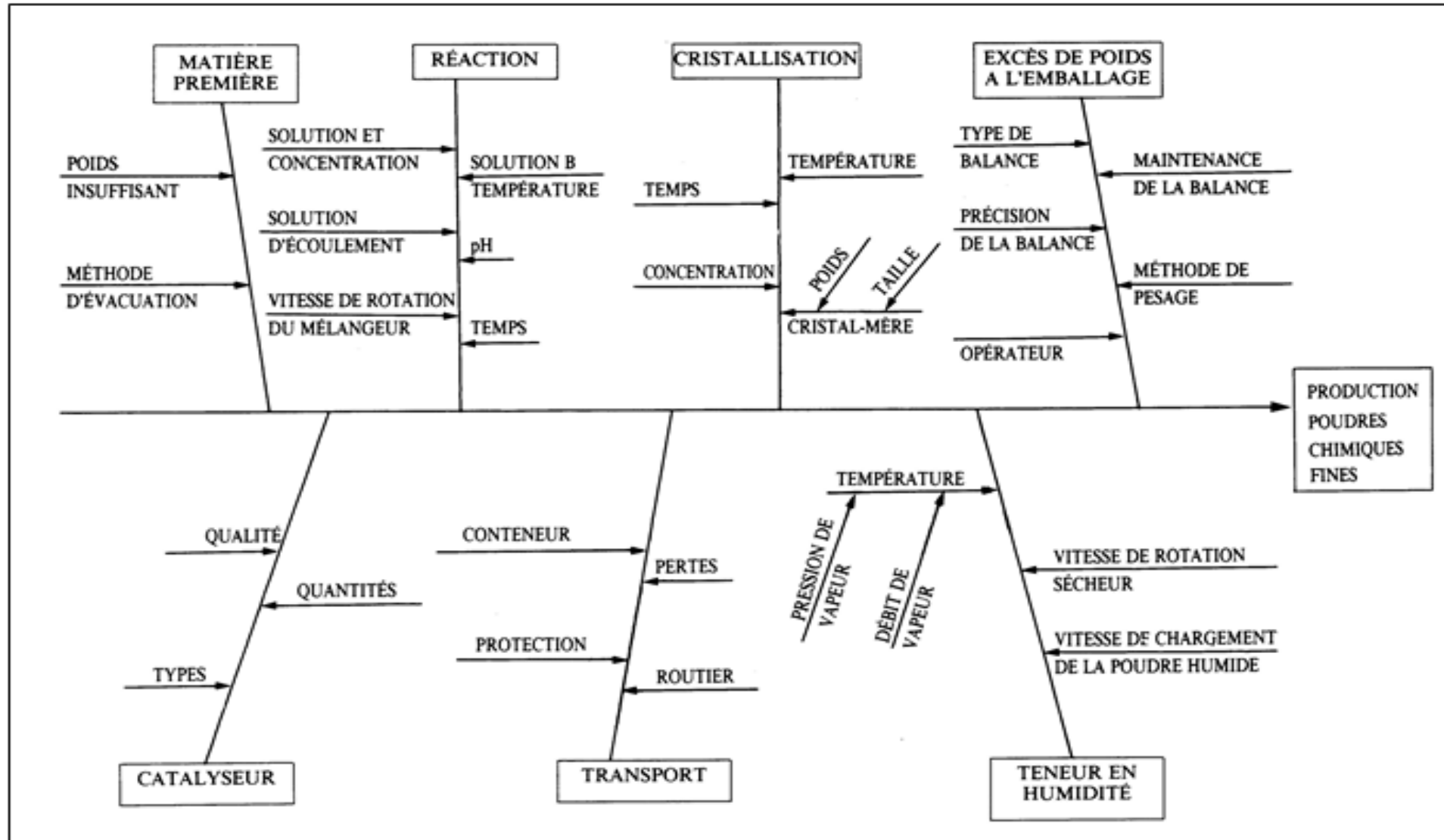
- il permet de visualiser les **situations de cause à effet** qui sont toujours **complexes**
- il aide à comprendre les **liens entre les causes** (classification...).

De plus, et c'est indéniablement la source d'une plus grande qualité, le diagramme causes-effet est particulièrement formateur pour ceux qui l'établissent :

- il permet de respecter la pluralité des avis des membres d'un groupe tout en favorisant leur créativité et en assurant une certaine homogénéité,
- **il peut être utilisé pour tout problème posé,**
- il permet de guider le travail du groupe charge de la quantification des causes.

Enfin, ce type de diagramme est un excellent outil de formation, de communication, sans parler de la diversité des problèmes qu'il permet de traiter.

(Source: Rhône-Poulenc, Manuel d'application pour le Contrôle Statistique des Procèdes, 1986.)



Le diagramme de Pareto

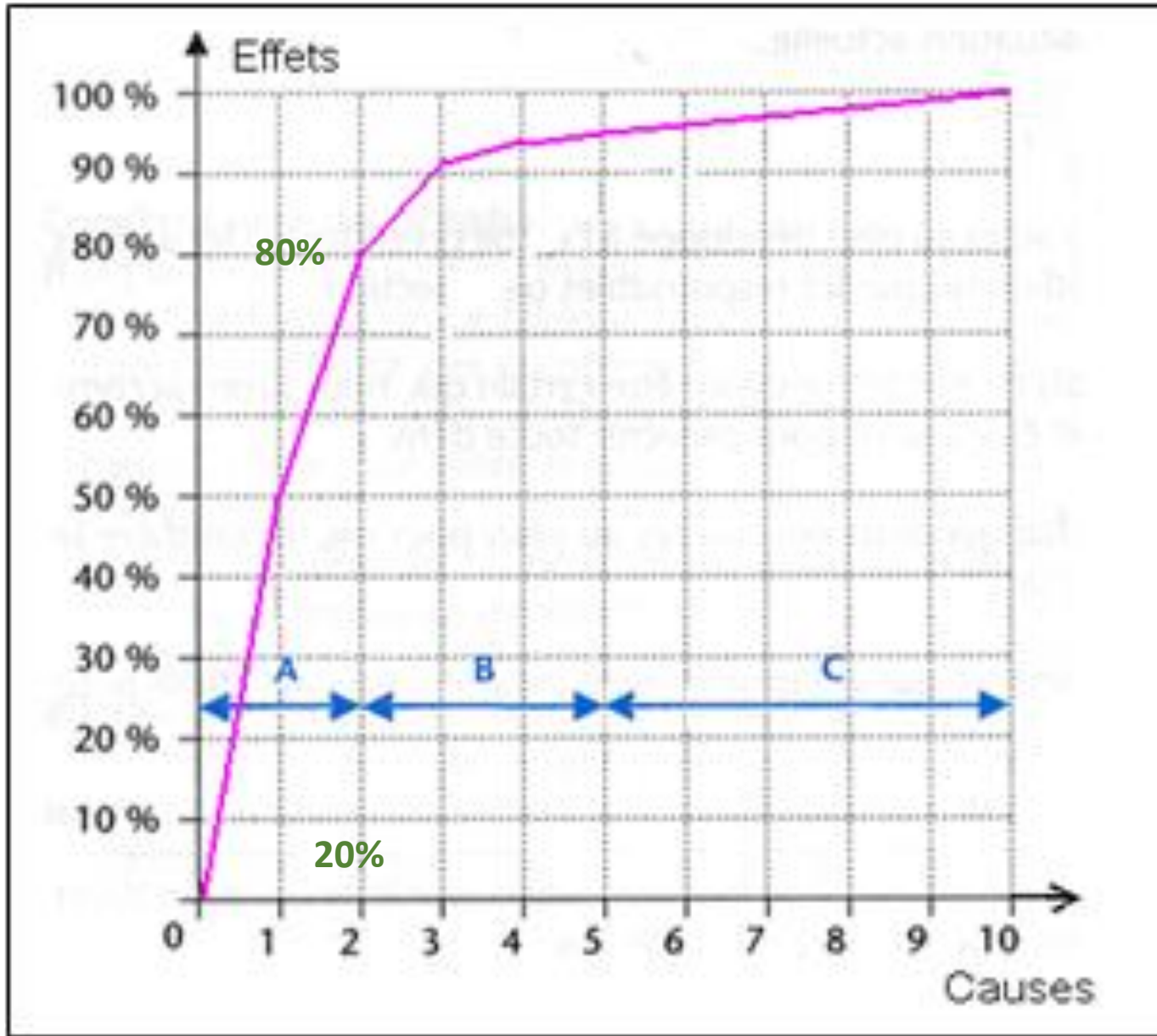
C'est au **marquis de Pareto**, de son vrai nom *Vilfredo Samoso* (1848-1923) que l'on doit l'origine de cet outil.

Cet économiste italien montra à l'aide d'un graphique que 20% de la population italienne possédaient 80% des richesses ...

d'où la **Loi de Pareto** ou **Loi des 80-20** : **20% des causes produisent 80% des effets**

On met aussi en évidence que :

- 20% des conducteurs produisent 80% des accidents de la route .
- 20% des articles stockés représentent 80% des coûts de stockage .
- 20% des machines outils représentent 80% des coûts de maintenance , etc. ...



Le classement des causes se fait en **trois zones normalisées A, B et C** (NF X 50 310) ; dans la pratique, on admet pour :

- **zone A**: 15 à 25% des causes occasionnent 75 à 85% des effets.
- **zone B** : 20 à 30% des causes occasionnent 10 à 20% des effets.
- **zone C** : 50 à 60% des causes occasionnent 5 à 10% des effets.

L'outil «**Loi de Pareto** » a pour but de sélectionner, dans une population, les sujets **les plus représentatifs** en regard d'un **critère chiffrable**.

Généralement cette sélection sera effectuée pour simplifier l'étude d'un problème en ne retenant que les éléments les plus significatifs.

L'outil «**Loi de Pareto** » permet une **approche simple rationnelle et rapide**

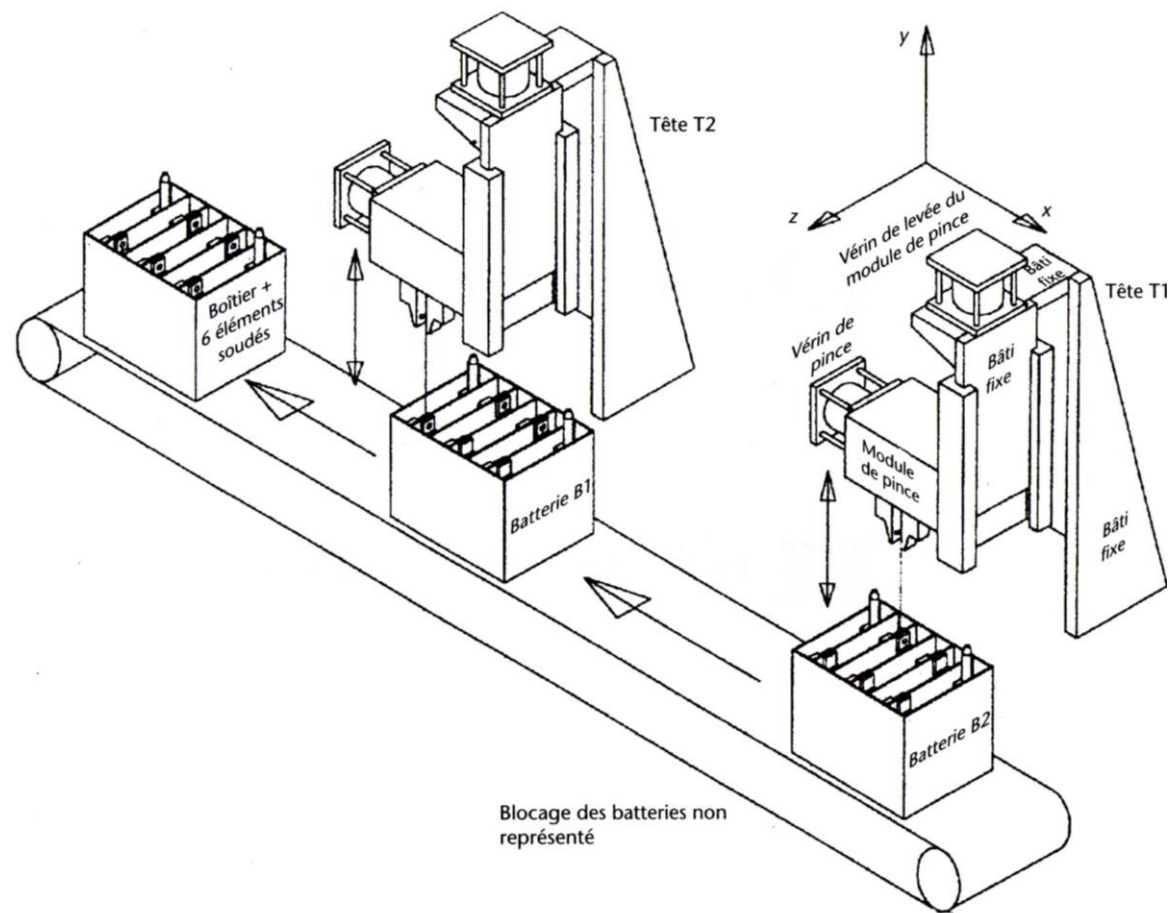
L'étude porte sur une entreprise de fabrication de batteries pour automobiles (12 volts) et plus particulièrement sur la machine à souder à deux têtes « DAGA ».

■ Fonctionnement

Les batteries non soudées arrivent par le tapis roulant jusqu'au cadenceur qui permet de réguler le passage des batteries sous la première tête de soudage.

Le tapis fonctionne en permanence pour amener les batteries sur les différents postes de soudage. Les batteries sont bloquées en position par des butées. Chaque butée est équipée d'un vérin pour rentrer celle-ci et libérer ainsi la batterie.

La chaîne de soudage



D'après l'historique des pannes survenues sur la machine à souder pendant plusieurs années, le service de maintenance a réalisé le tableau représenté ci-dessous :

Tableau établi par le service maintenance

Type de pannes codé	Famille de panne	Désignation de la panne	Nombre d'interventions pour un an	Durée moyenne (en minutes) d'intervention
M1	Mécanique	Déréglage	10	5
M2	Mécanique	Blocage de la tête	2	500
M3	Mécanique	Grippage de la tête	158	4
M4	Mécanique	Défaillance du moteur du groupe hydraulique	0,2	120
M5	Mécanique	Défaillance de la pompe haute pression du groupe hydraulique	0,8	180
M6	Mécanique	Défaillance de la pompe basse pression du groupe hydraulique	0,3	180
F1	Fluidique	Fuite d'huile	12	30
E1	Électrique	Défaillance de composant(s) due à l'humidité	90	50
E2	Électrique	Défaillance de composant(s) due à la poussière	71	50

Ces données vont nous permettre de tracer le diagramme de Pareto correspondant au temps d'intervention annuelle pour chaque type de pannes.

Le classement des pannes se fait en trois zones normalisés A, B et C (NF X 50 310) ; dans la pratique, on admet pour :

- zone A : 15 à 20% des types de pannes occasionnent 75 à 85% du temps total d'arrêt.
- zone B : 20 à 30% des types de pannes occasionnent 10 à 20% du temps total d'arrêt.
- zone C : 50 à 60% des types de pannes occasionnent 5 à 10% du temps total d'arrêt.

Une décision ne pourra être prise que si la courbe tracée est contenue dans ces zones.

Travail demandé

1. Tableau des durées d'intervention

Établir un tableau faisant figurer pour chaque panne préalablement classée :

- la durée annuelle des interventions,
- la durée cumulée des interventions,
- la durée cumulée en %,

2. Diagramme de Pareto

Tracer le Diagramme de Pareto, en précisant les 3 zones A, B et C.

Quelles Actions proposez-vous ?

Résolution du problème posé

1. Tableau des durées d'intervention

Dans le tableau, les types de pannes sont classés dans l'ordre décroissant des durée d'intervention.

Type de pannes codé	Durée annuelle des interventions	Durée cumulée des interventions	Durée cumulée des interventions en %	Nombre de types de pannes cumulé en %
E1	$90 \times 50 = 4500$	4500	43,8	11,1
E2	$71 \times 50 = 3550$	8050	78	22,2
M2	$2 \times 500 = 1000$	9050	87,7	33,3
M3	$158 \times 4 = 632$	9682	93,9	44,4
F1	$12 \times 30 = 360$	10042	97,4	55,5
M5	$0,8 \times 180 = 144$	10186	98,8	66,6
M6	$0,3 \times 180 = 54$	10240	99,3	77,7
M1	$10 \times 5 = 50$	10290	99,8	88,8
M4	$0,2 \times 120 = 24$	10314	100	100

2. Classement en zone A, B et C

Tableau des types de pannes et des durées des interventions pour les différentes zones A, B et C.

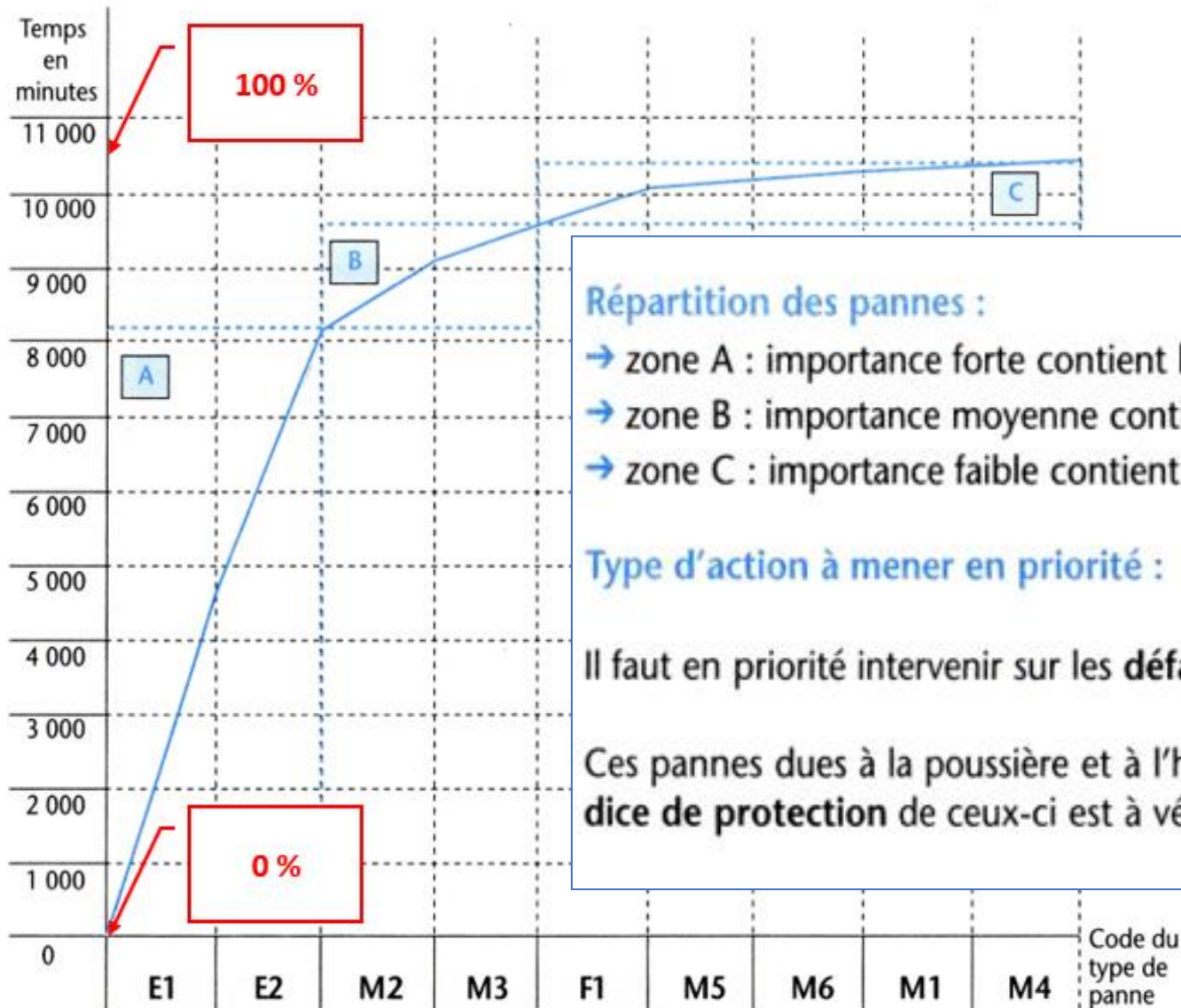
	Type de pannes		Durée des interventions	
	Pourcentage	Nombre	Temps	Pourcentage
Zone A	$15 \leq 22 \leq 25$	2	8050	78
Zone B	$20 \leq 22 \leq 30$	2	$9682 - 8050 = 1632$	$93,9 - 78 = 15,9$
Zone C	$50 \leq 55 \leq 60$	5	$10314 - 9682 = 632$	$100 - 93,9 = 6,1$

Constatation :

- zone A \Rightarrow 78% ; 22%
- zone B \Rightarrow 15,9% ; 22%
- zone C \Rightarrow 6,1% ; 55%

Ces valeurs sont dans les limites admises : une décision peut être prise.

3. Diagramme de Pareto



Répartition des pannes :

- zone A : importance forte contient les pannes : E1 et E2
- zone B : importance moyenne contient les pannes : M2 et M3
- zone C : importance faible contient les pannes : F1, M5, M6, M1 et M4

Type d'action à mener en priorité :

Il faut en priorité intervenir sur les **défauts électriques E1 et E2**.

Ces pannes dues à la poussière et à l'humidité indiquent une mauvaise étanchéité des coffrets, l'**indice de protection** de ceux-ci est à vérifier.

Nous analysons le coût de fabrication d'un ensemble complexe constitué de sous-ensembles dont nous donnons les coûts. Tracer la courbe de Pareto et identifier les sous-ensembles qui représentent 80% du coût de l'ensemble.



S-E	EUROS	S-E	EUROS	S-E	EUROS	S-E	EUROS	S-E	EUROS
1	70	7	106	13	1200	19	126	25	58
2	42	8	80	14	55	20	82	26	65
3	138	9	57	15	53	21	3	27	90
4	124	10	800	16	144	22	10	28	120
5	1400	11	60	17	1000	23	1600	29	136
6	7	12	134	18	20	24	220	30	2000