

Lycée des métiers
de la maintenance aéronautique
du transport et de la logistique

LIVRET DE COURS

PRATIQUE D'ENTRETIEN

TECHNIQUE DE DEPANNAGE

NIVEAU EN : 2

NB HEURES :

Nom :

Classe :

SOMMAIRE

Lycée professionnel ALEXANDRE DENIS – MONTMIRAULT – 91590 CERNY
Tél. : 01 64 57 60 22 – Fax : 01 64 57 49 44 – Email : 0910630r@ac-versailles.fr

Ce document est destiné à l'enseignement et ne sera pas remis à jour. En conséquence, il n'est pas une documentation technique de référence.

Reproduction, même partielle, interdite sans l'autorisation des auteurs

	FONCTION	NOM	DATE	VISA
REDACTION	Enseignant			
VERIFICATION	Equipe pédagogique			
APPROBATION	I.E.N. / C.T.X.			

Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 1 sur 25

Présentation connaissance M 7.18e	Page 1/25
Sommaire	Page 2/25
Bibliographie	Page 2/25
Glossaire	Page 3/25
 I. LE VOCABULAIRE DE LA MAINTENANCE	 page 4/25
1) INTRODUCTION	page 4/25
2) LES TYPES DE MAINTENANCE	page 4/25
3) LES CONCEPTS DE MAINTENANCE	page 5/25
4) LES NIVEAUX DE MAINTENANCE	page 6/25
5) LA DOCUMENTATION DE MAINTENANCE	page 7/25
 II. LA METHODE DIAGNOSTIC	 Page 8/25
1) DEFINITION	page 8/25
2) REFLEXIONS	page 8/25
3) LES OUTILS USUELS D'AIDE AU DIAGNOSTIC	page 9/25
 III. L'ORGANIGRAMME DE DEPANNAGE	 page 13/25
1) DEFINITION	page 13/25
2) REPRESENTATION	page 13/25
3) PRINCIPALES REGLES PRATIQUES	page 15/25
4) EXEMPLE D'APPLICATION	page 16/25
5) CREATION D'UN ORGANIGRAMME DE DEPANNAGE	page 16/25
6) CHOIX DU PREMIER TEST	page 17/25
7) DETERMINATION DES TESTS SUIVANTS	page 17/25
8) EXEMPLE D'ORGANIGRAMME DE RECHERCHE DE PANNE	page 18/25
9) ORGANIGRAMME DE DEPANNAGE STANDARD	page 21/25

Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	BPMSC 7.18e
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 2 sur 25

IV. LA METHODE « ISHIKAWA	page 23/25
1) DEFINITION	page 23/25
2) OBJECTIF DE LA METHODE	page 23/25
3) DESCRIPTION	page 23/25
4) METHODES D'ETUDE D'UN PROBLEME	page 24/25

Bibliographie :

- Documentation technique constructeur ;
- Documentation et cours personnels.

Glossaire :

Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	BPMSC 7.18e
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 3 sur 25

LEÇON 1 LE VOCABULAIRE DE LA « MAINTENANCE »

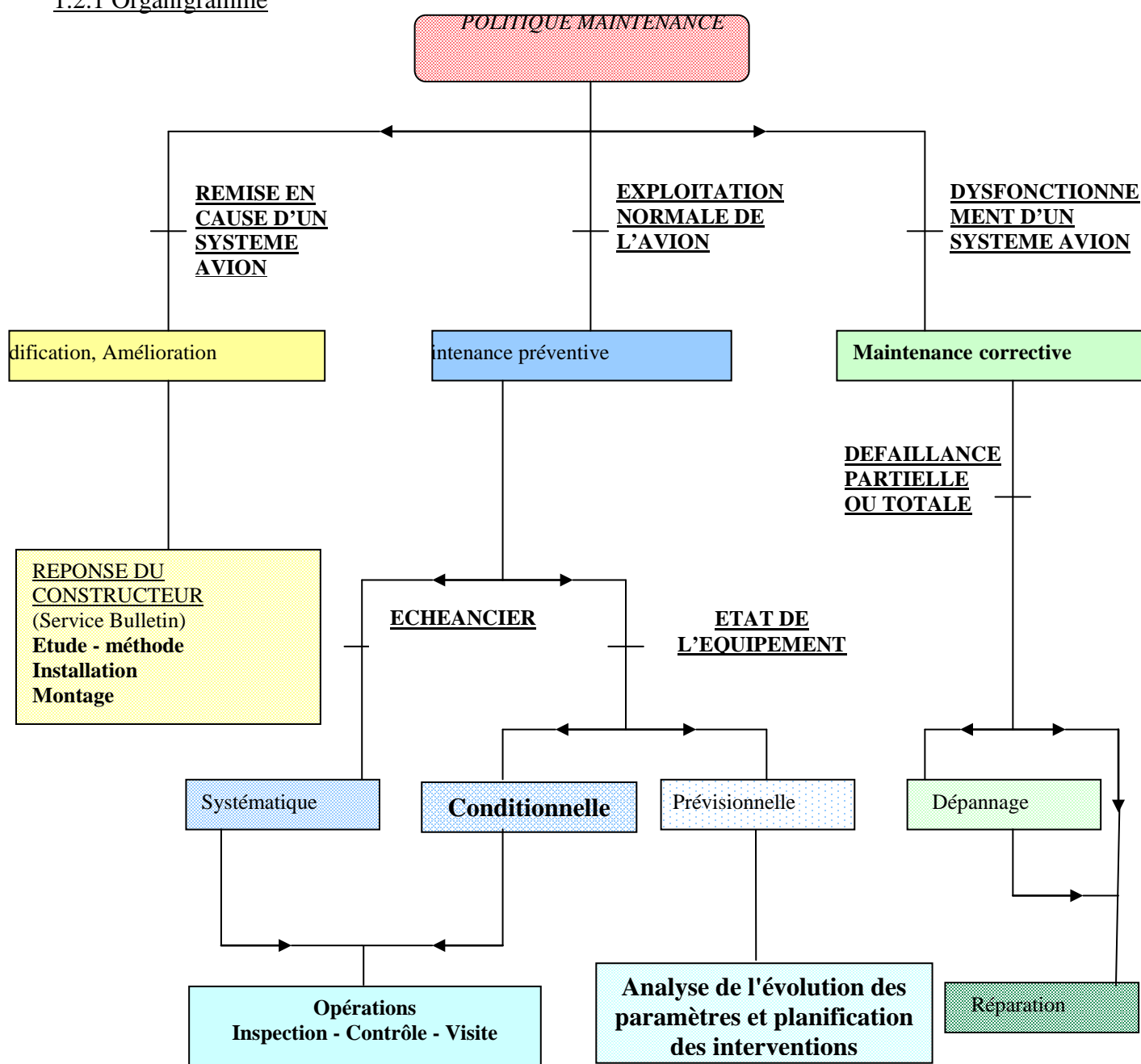
1-1 INTRODUCTION

Les activités de maintenance aéronautique appelées communément « entretien » sont réglementées par « l'agrément des mainteneurs (JAR 145) ».

La complexité du matériel aéronautique et le nombre d'avions ne permettent pas de surveiller une par une toutes les opérations d'entretien. Aussi, le GSAC (Groupement d'intérêt économique pour la Sécurité de l'Aviation Civile) s'attache surtout à vérifier que l'organisation, les procédures, les moyens humains et matériels des services d'entretien sont à même d'assurer cette tâche essentielle dans les meilleures conditions. Périodicité des visites, limites d'utilisation et durée de vie des équipements, là encore la vigilance est permanente et des audits réguliers sont conduits pour maintenir la sécurité à son plus haut niveau.

1-2 LES TYPES DE MAINTENANCE

1.2.1 Organigramme



Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	BPMSC 7.18e
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 4 sur 25

1.2.2 Définitions

Maintenance :

Ensemble des activités destinées à maintenir, à rétablir un bien dans un état ou dans des conditions données de sûreté de fonctionnement, pour accomplir une fonction requise.

Maintenance corrective :

Maintenance effectuée après défaillance. Suivant la nature des interventions, on distingue deux types de remise en état de fonctionnement :

- La réparation : remise en état de fonctionnement conforme aux conditions données.
- Le dépannage : remise en état provisoire qui sera obligatoirement suivi d'une réparation.

Maintenance préventive :

Maintenance ayant pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un système avion. Les activités correspondantes sont déclenchées selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage (maintenance systématique) et/ou de critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation de l'équipement (maintenance conditionnelle).

Maintenance préventive systématique :

Les remplacements des pièces et des fluides ont lieu quel que soit leur état de dégradation, et de façon périodique. Exemple : visite A (toutes les 400 h), visite B (toutes les 1000 h), visite C (toutes les 4000 h), visite D (toutes les 5 ans).

Maintenance préventive conditionnelle :

Les remplacements ou les remises en état des pièces, les remplacements ou les appoints en fluides ont lieu après une analyse de leur état de dégradation.

Une décision volontaire est alors prise d'effectuer les remplacements ou les remises en état nécessaires.

Maintenance prévisionnelle :

Maintenance préventive subordonnée à l'analyse de l'évolution de paramètres significatifs de la dégradation du système avion, permettant de retarder et de planifier les interventions. Elle est parfois improprement appelée maintenance prédictive.

1-3 LES CONCEPTS DE MAINTENANCE

Fiabilité :

Probabilité d'assurer une fonction requise dans des conditions données durant une période donnée (fiabilité prévisionnelle).

Cette fiabilité prévisionnelle est caractérisée par la notion de MTTF (Mean Time To Failure).

Le MTTF signifie durée moyenne de fonctionnement avant la première défaillance.

Un système avion est fiable s'il est rarement défaillant voire jamais.

Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	BPMSC 7.18e
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 5 sur 25

Durée de vie :

Aptitude à demeurer en état d'accomplir la fonction requise dans des conditions données d'utilisation et de maintenance jusqu'à ce qu'un état limite soit atteint.

La durée de vie peut être améliorée si la maintenance préventive est réalisée dans de bonnes conditions (respect des procédures constructeur).

Maintenabilité :

Aptitude à être maintenue ou rétablie dans un état permettant d'assurer la fonction requise, caractérisée par la probabilité de remise en état fonctionnel sur un intervalle de temps.

Le constructeur lors de la conception du système doit prévoir sa maintenabilité. En effet, le technicien de maintenance doit pouvoir facilement entretenir et maintenir ce système.

Interchangeabilité :

Aptitude à être remplacé par un autre système de même famille et répondant aux mêmes caractéristiques et performances.

Le constructeur et lui seul doit valider les échanges possibles de système et doit le notifier dans sa documentation technique « AMM (Aircraft Maintenance Manuel), CMM (Components Maintenance Manuel).

1-4 LES NIVEAUX DE MAINTENANCE

Un niveau de maintenance se définit par rapport :

- à la nature de l'intervention,
- à la qualification de l'intervenant,
- aux moyens mis en œuvre.

NIVEAU 1 : Test de fonctionnement et dépose d'un élément ou pièce d'avion en panne ou en limite de fonctionnement.















NIVEAU 2 : Vérification de l'élément ou de la pièce avion dans un atelier. Changement de sous ensemble si nécessaire.

NIVEAU 3 : Réparation des sous ensembles.

Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	BPMSC 7.18e
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 6 sur 25

1-5 LA DOCUMENTATION DE MAINTENANCE

La documentation associée au suivi et aux interventions des équipements se trouvent réunis dans un atelier de maintenance appelée aussi station de réparation (Repair Station).

-  **L' Agrément JAR 145** et son **MOE** (Manuel de l'Organisme d'entretien)
-  **Le CRM** : Compte rendu Matériel (Information sur l'état du matériel)
-  **Le CRS** : Certificate of Release to Service (Certificat pour remise en service)
-  **L'AMM** : Aircraft Manual Maintenance (Maintenance sur avion)
JIC : Job Instruction Cards
D/O: Description/Opérations
-  **L'EM** : Engine Manuel (Maintenance sur la motorisation)
-  **Le Manuel d'entretien aéronef** conforme au JAR OPS
-  **L'IPC** : Illustred Parts Catalog (Vue éclatée des équipements et nomenclature des pièces)
-  **Le CMM** : Components Maintenance Manuel (Maintenance sur système avion)
-  **L'ASM** : Aircraft Shématic Manuel (Schémas techniques de l'avion)
-  **TSM** : Trouble Shooting Manuel (Aide au diagnostic)
-  **Les ATA** : Zones techniques de l'avion sur lesquelles l'atelier peut effectuer des travaux.
-  **Les SB** : Service Bulletins (Description de la modification sur avion)
-  **Les SL** : Service Letter (Information sur d'éventuelles modifications)
-  **Les rapports des audits du GSAC** (Etat des lieux sur l'organisation de la station de réparation)

Tous les dossiers concernant ces interventions sur équipement doivent être classés et archivés pendant une période déterminée. Ainsi, en cas d'accident d'avion, les dossiers peuvent être consultés lors d'une enquête afin de déterminer les causes exactes de l'accident.

C'est pourquoi cet archivage assure la traçabilité des équipements réparés et permet de maintenir et d'améliorer la sécurité.

Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	BPMSC 7.18e
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 7 sur 25

LEÇON 2 LA METHODE « DIAGNOSTIC »

2-1 DÉFINITION

Identification de la cause d'une défaillance, à l'aide d'un raisonnement logique.

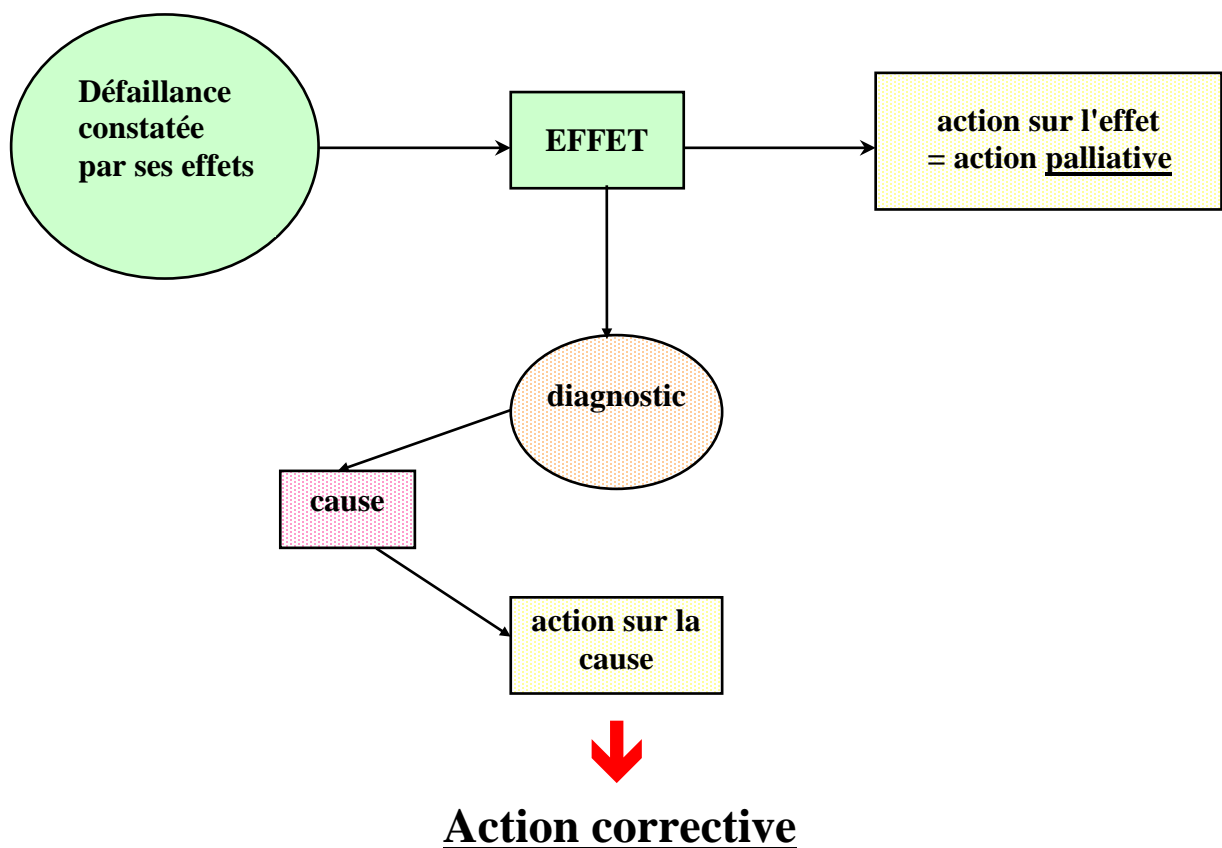
2-2 REFLEXIONS

- La défaillance ignore les frontières entre les domaines mécaniques, électroniques, hydrauliques, qui séparent les différents investigateurs.

- La communication " pilotes – mécaniciens " fait baisser de 50% la probabilité de découverte d'une défaillance : une collaboration s'avère donc indispensable ; le pilote doit fournir un constat de panne aussi complet que possible.

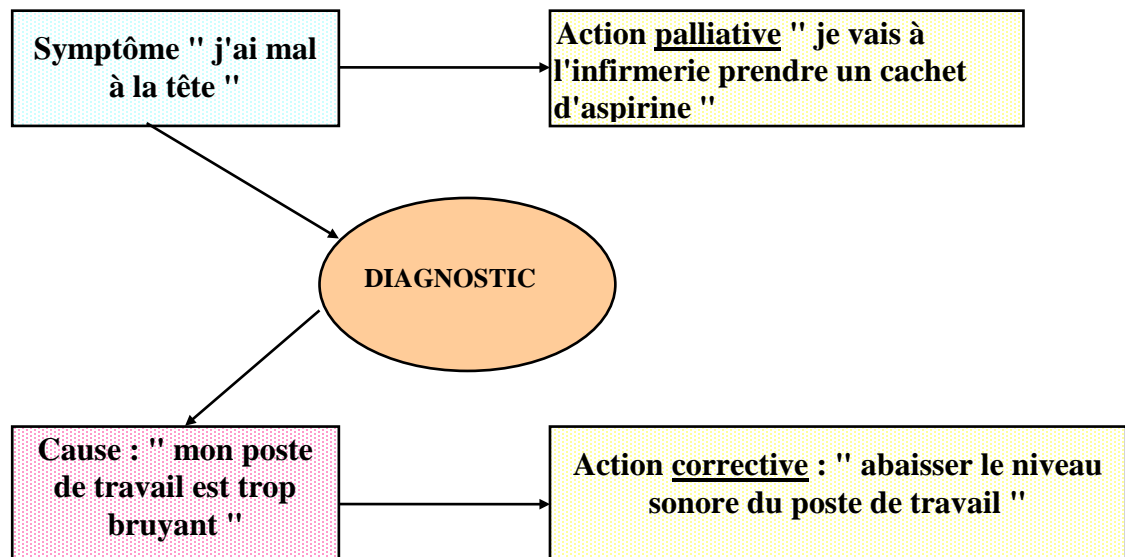
- L'habitude, l'empirisme permettaient l'identification des pannes visuelles. Ils ne suffisent plus face à des défaillances multiples sur des appareils plus complexes à technologie variée et interdépendante.

- Dans l'optique de l'accroissement de la disponibilité d'un avion, la " vitesse de diagnostic " est un critère de temps très important, ce qui conduit au système de maintenance embarquée permettant " l'auto-diagnostic " d'un système.



Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	BPMSC 7.18e
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 8 sur 25

Illustration :



Nous pouvons dire que l'efficacité du remède apporter à une défaillance dépend de la pertinence du diagnostic.

L'action sur la cause étant à l'évidence meilleur sur l'action constatée.

2-3 LES OUTILS USUELS D'AIDE AU DIAGNOSTIC.

2.3.1 Les schémas fonctionnels et dessins.

Extrait de l'A.M.M les schémas électrique, hydraulique, mécanique, etc ..., les dessins techniques servent de support visuel, à un raisonnement logique.

On identifie le composant défaillant sur le système, ensuite sur le schéma et l'on remonte en amont pour chercher les causes possibles.

2.3.2 Les tableaux " effets - causes - remèdes".

Parfois fournis par le constructeur, ils sont rédigés sous la forme simple.

conditions ou effets visibles ou symptômes	causes possibles ou causes présumées	remèdes ou préconisation
exemple : boîte de transmission chauffe	↗ mauvaise arrivée d'huile	↖ nettoyer filtre

Ses tableaux sont parfois très longs, à un symptôme pouvant correspondre plusieurs causes et à chaque causes plusieurs remèdes.

Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	BPMSC 7.18e
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 9 sur 25

2.3.3 Les tableaux " entrées - sorties".

De lecture plus rapide que les précédents, ils excluent le remède (souvent évident une fois la cause trouvée).

	Effets	Causes Possibles											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Entrée	A					X	X			X			
	B			X					X				
	C		X		X						X		

Dans cet exemple, un " arbitrage " doit déterminer celle des deux causes 3 ou 8 qui est la plus probable.

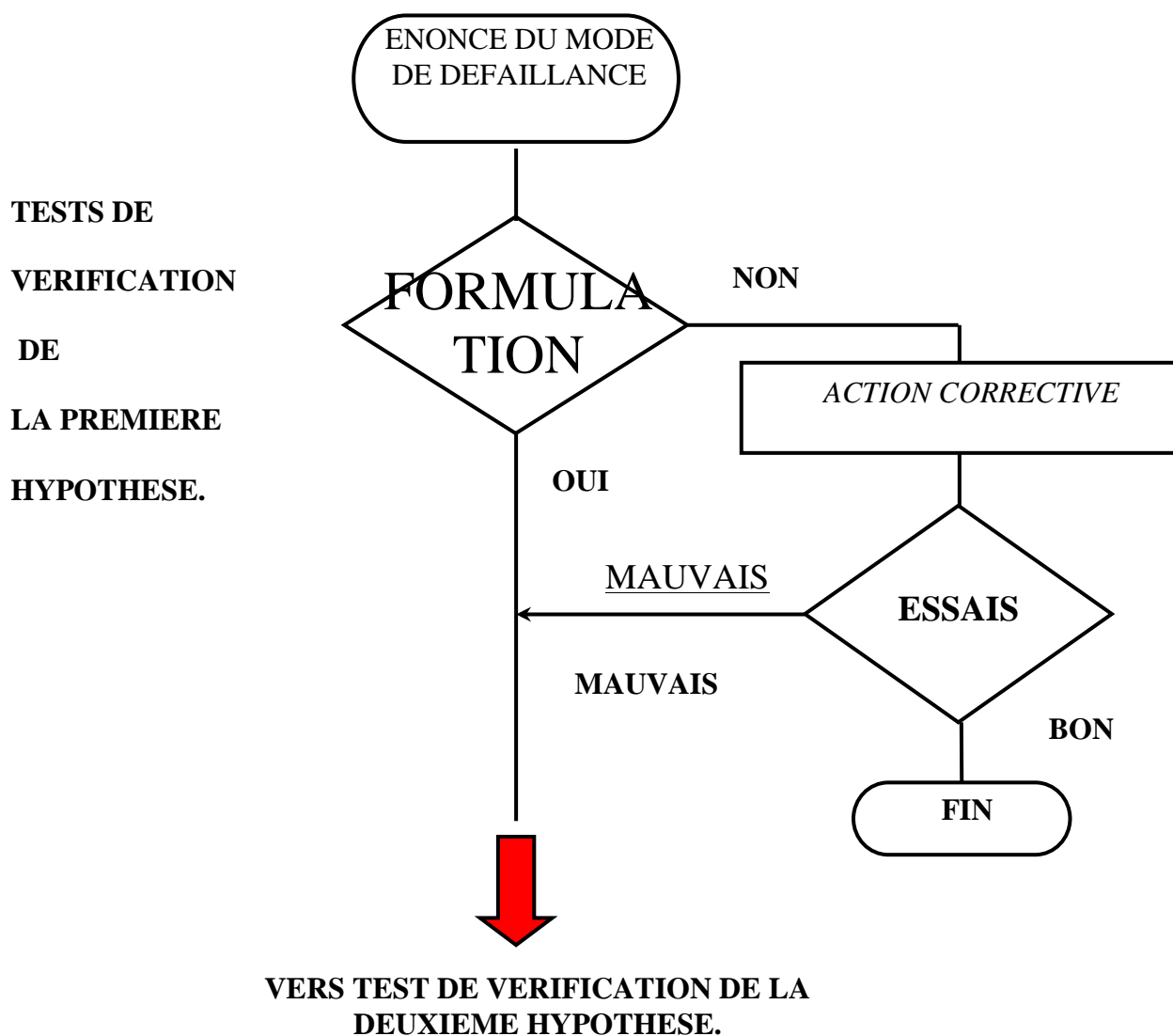
Application.

Origine des détériorations											
MONTAGE											
X		X		X		X					Manque de soin
		X				X				X	Coups
X	X									X	Défauts logements
X									X	X	Ajustement trop serré
							X				Ajustement trop libre
X											Désalignement
FONCTIONNEMENT											
X											Surcharge
			X								Vibration
	X								X	X	Vitesse excessive
ENVIRONNEMENT											
	X										Température trop basse
									X		Température trop élevée
					X			X			Passage de courant électrique
											Pollution eau
				X							Pollution poussière
LUBRIFICATION											
									X	X	Lubrification inadaptée
X	X									X	Manque de lubrifiant
	X								X		Excès lubrifiant
ECAILLAGE	GRIPPAGE	CAVITES	USURE PAR VIBRATION	USURE	CRATERES	COUPS	PAS DE MAINTIENT EN POSITION	CORROSION	COLORATION	USURE DE CAGE	Détériorations observées

Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	BPMSC 7.18e
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 10 sur 25

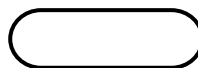
2.3.4 Les organigrammes et les graficets de diagnostic.

En prenant les hypothèses dans l'ordre de leur classement, chaque hypothèse doit être vérifiée suivant la méthode générale ci-dessous

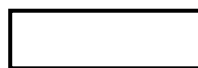


L'enchaînement de ces vérifications jusqu'à la constatation d'un essai bon est représentatif de la méthode de diagnostic.

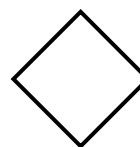
- le début ou fin de l'organigramme :



- opération :



- décision :



Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	BPMSC 7.18e
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 11 sur 25

Démarche.

* pour une défaillance donnée, il faut énumérer toutes les causes possibles.

* il faudra classer les causes, ce classement sera réalisé en fonction des critères jugés prioritaires :

- probabilité de la cause (fréquence d'apparition supposée).
- rapidité de l'intervention.
- type de matériel disponible pour établir le diagnostic.

* en fonction du critère de classement retenu, il faudra hiérarchiser les causes en se rappelant que le premier niveau de maintenance sera l'intervention du mécanicien de maintenance en ligne, habilité APRS (A1) et que le deuxième niveau sera l'intervention du technicien « mécanique » de maintenance en ligne, habilité APRS (B1-1).



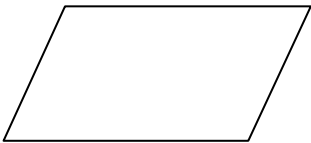
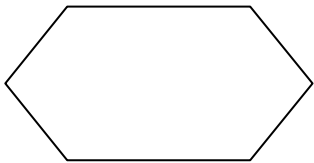
* établir l'organigramme suivant les conventions retenues dans l'entreprise mais connues de tous.

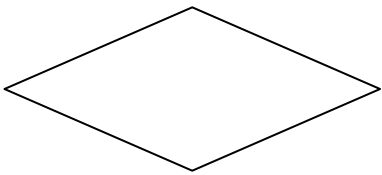
Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	BPMSC 7.18e
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 12 sur 25

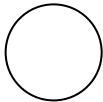

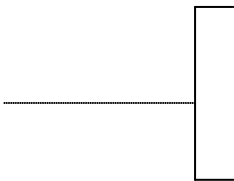
LEÇON 3 L'ORGANIGRAMME DE DEPANNAGE

3-1 DEFINITION : un organigramme est une représentation graphique ordonnée des différentes opérations de traitement d'un problème et de leurs interdépendances logiques .

3-2 REPRESENTATION : les organigrammes sont constitués de symboles accompagnés du texte approprié et de lignes reliant ces symboles.

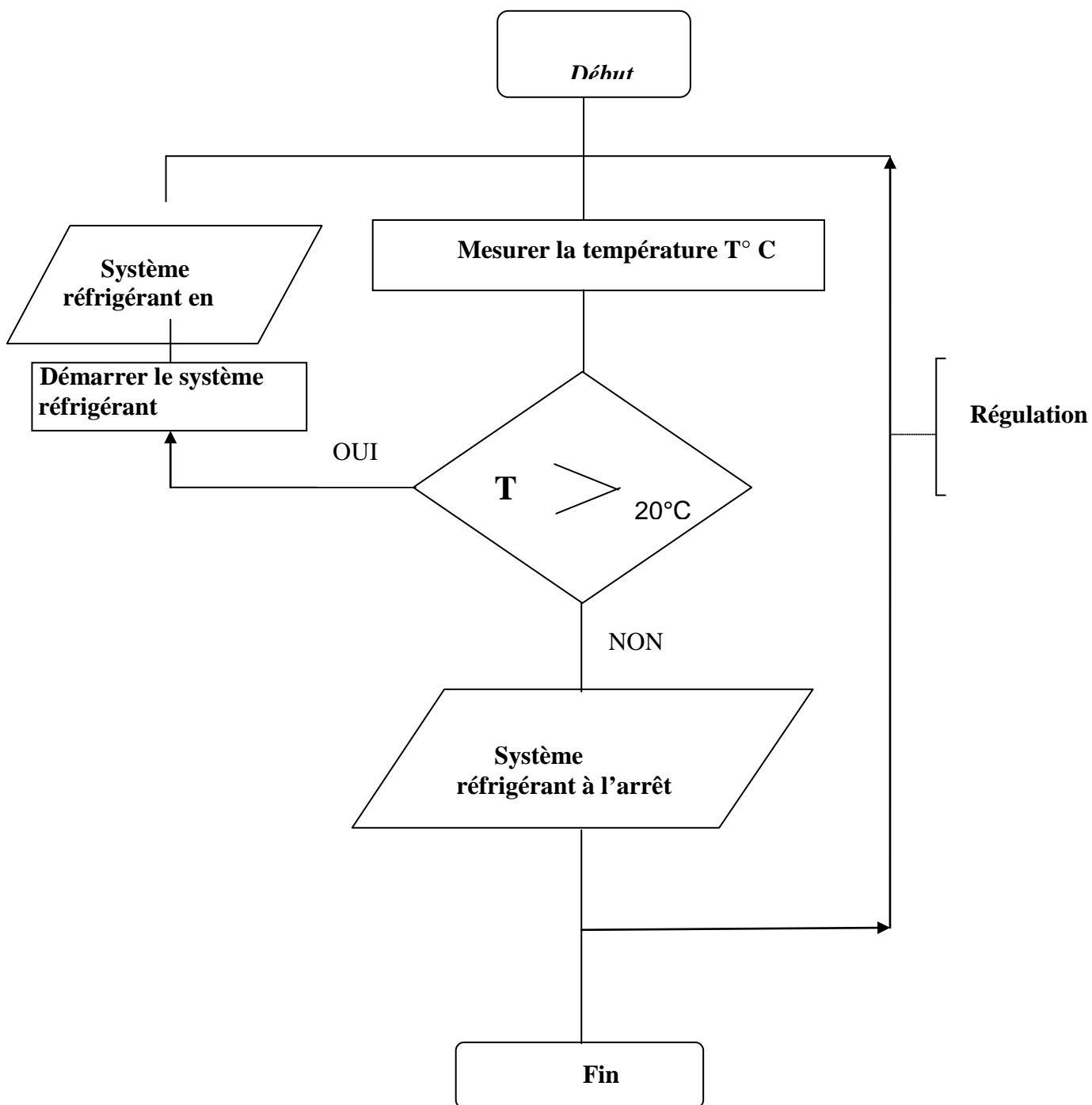
Symboles de traitement :	Utilisation /Fonction
	<i>Symbole général (procédé ou action)</i> Opérations ou groupes d'opérations portant sur des données, instructions ...
	Sous-programme (procédé prédéfini) Portion de sous-programme considéré comme une simple opération.
	<i>Entrée-sortie (données)</i> Mise à disposition d'une information à traiter. Enregistrement d'une information traitée.
	<i>Préparation</i> Opération qui détermine la voie à suivre dans un embranchement ou sous programme. Préparer une décision.

<i>Symbole logique</i>	Utilisation/fonction
	EMBRANCHEMENT (TEST) Exploitation de conditions variables impliquant le choix d'une voie parmi plusieurs (Il s'agit d'un test qui aura une réponse binaire : oui ou non). Représentation d'une décision.

Symboles spéciaux	Utilisation/fonction
	Renvoi Lorsqu'une partie de la ligne de liaison n'est pas représentée, ce symbole est utilisé deux fois pour assurer la continuité.
	<i>Début, fin, interruption</i> Marque le début, la fin, ou l'interruption d'un organigramme, point de contrôle ...
	COMMENTAIRE Symbole utilisé pour donner des indications marginales.

3-3 EXEMPLE D'APPLICATION :

Dans un avion, la température doit être de l'ordre de 20°C.
Mettre sous forme d'organigramme le dispositif de régulation.

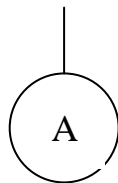


Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	BPMSC 7.18e
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 15 sur 25

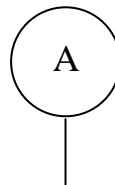
3-4 PRINCIPALES REGLES PRATIQUES :

- Si l'organigramme ne tient pas sur le document, il faudra utiliser le symbole de renvoi :

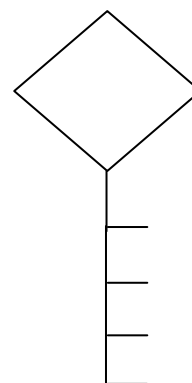
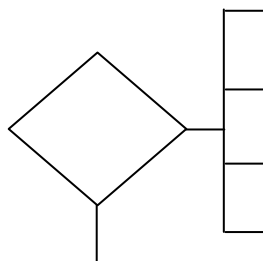
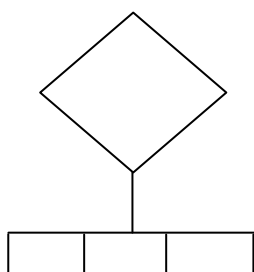
Bas de page



Haut de page



- Il peut y avoir des sorties multiples sur un symbole :



- Si l'organigramme est trop chargé, les liaisons ou retour peuvent être interrompus et un renvoi sera utilisé pour assurer la continuité :

3-5 CREATION D'UN ORGANIGRAMME DE DEPANNAGE :

Pour des systèmes simples, comportant peu de composants, donc peu d'origine possible de défaillance, le constat peu être formulé de façon très globale.

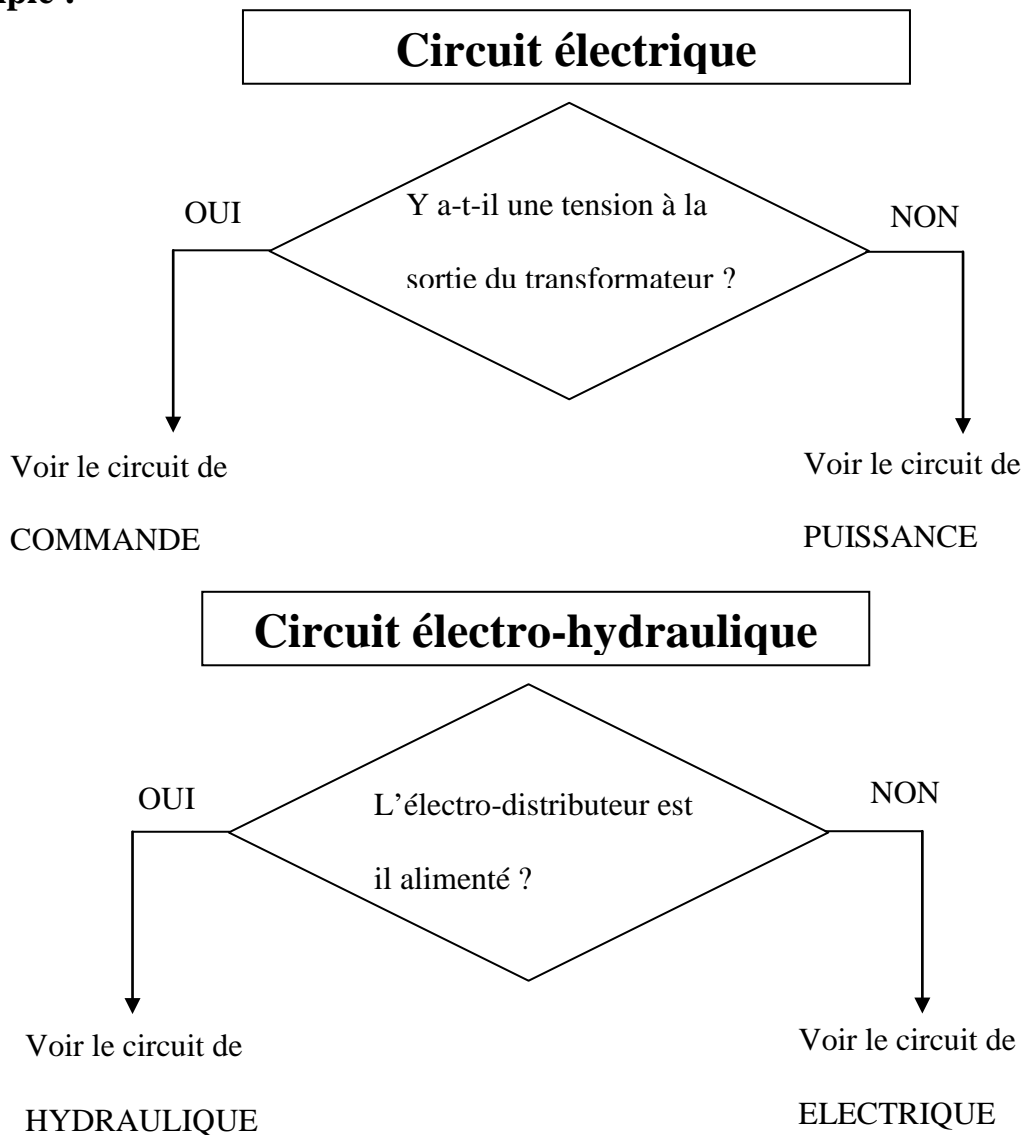
Pour les systèmes plus complexes et/ou pluritechnologiques, il faut faire l'inventaire des symptômes des défaillances possibles et créer, pour chaque constat un organigramme de recherche de panne.

Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	BPMSC 7.18e
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 16 sur 25

3-6 CHOIX DU PREMIER TEST :

Ce premier test doit être discriminant, c'est à dire qu'il doit permettre de séparer un ensemble important de composants qui seront : soit hors de cause, soit impliqués, en fonction de la réponse au test : oui ou non. Il doit être effectué sans démontage et sans outillages spéciaux.

Exemple :



3-7 DETERMINATION DES TESTS SUIVANTS :

Ils doivent eux aussi, toutes les fois que cela est possible, être discriminants. On peut affecter à chaque test un numéro et l'inscrire dans le bas du losange.

Quand un composant a été isolé, il peut très vraisemblablement être mis en cause, on l'inscrit dans un rectangle.

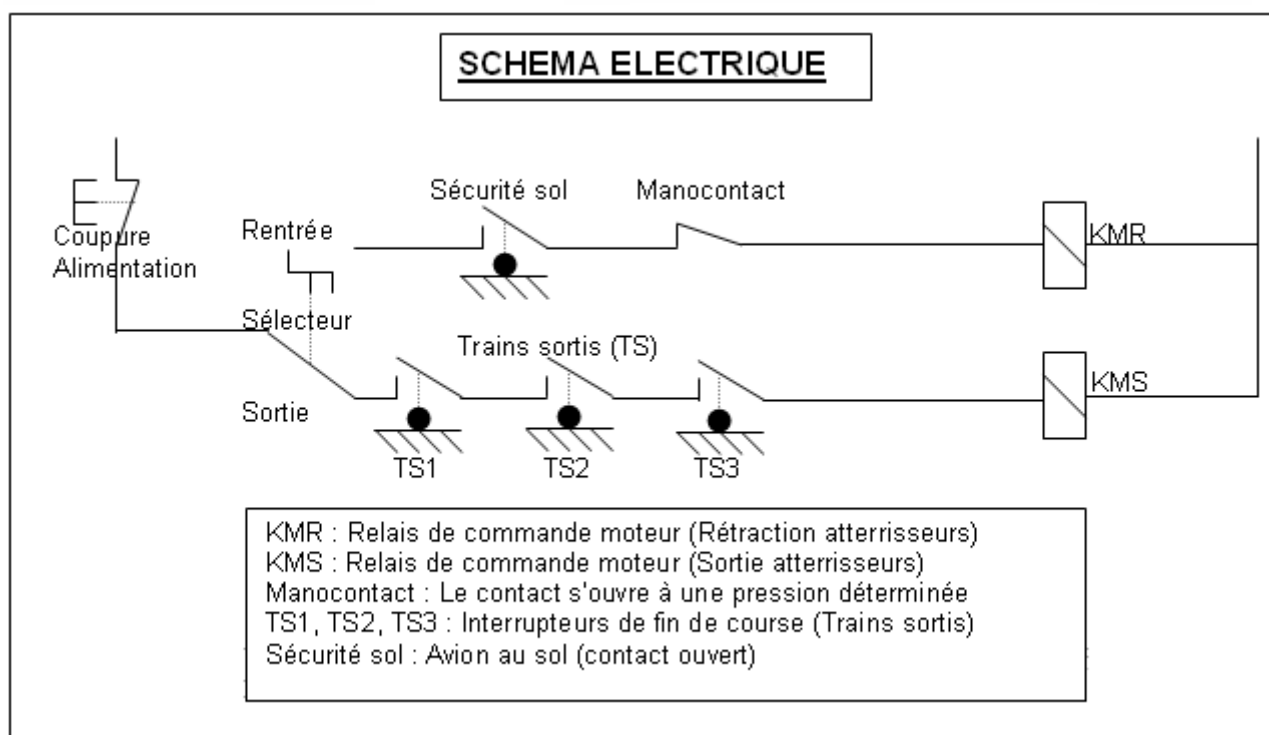
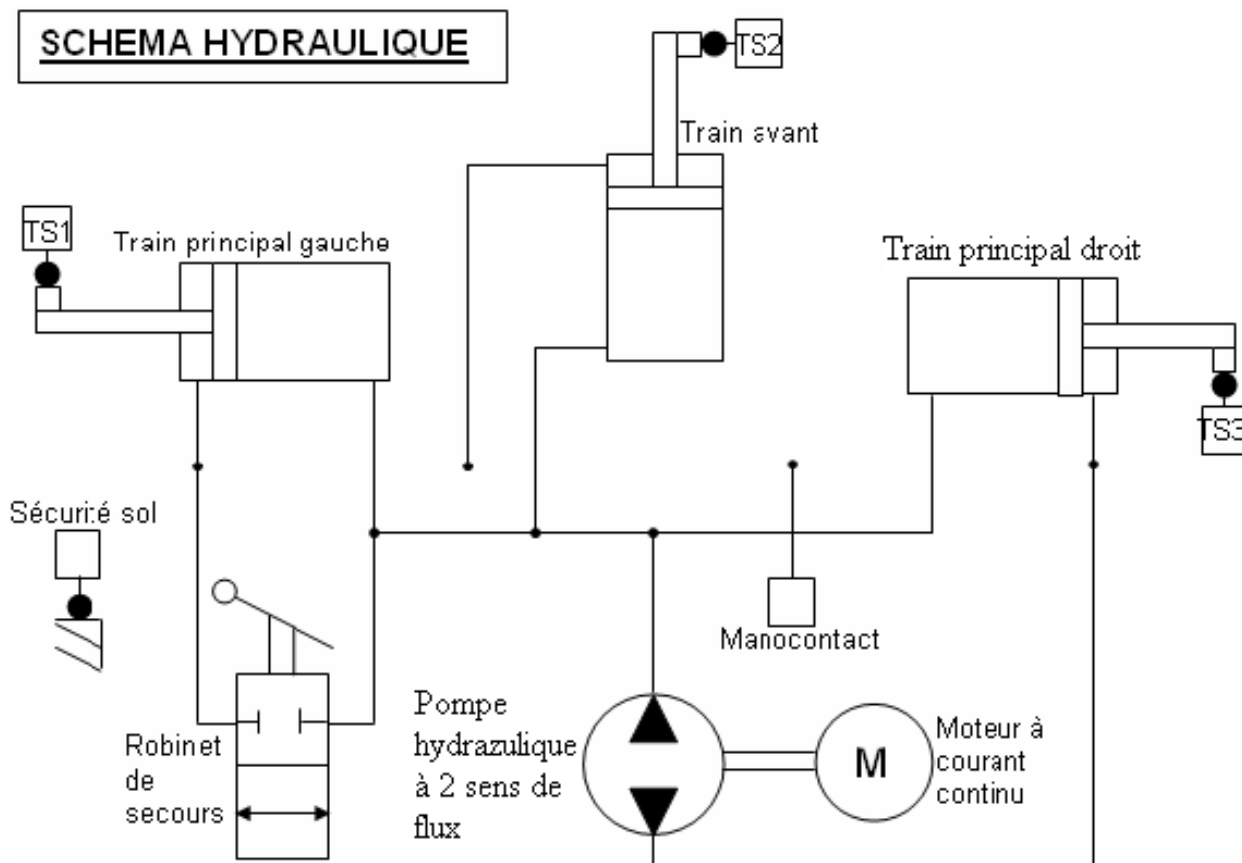
Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	BPMSC 7.18e
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 17 sur 25

3-8 EXEMPLE D'ORGANIGRAMME DE RECHERCHE DE PANNE :

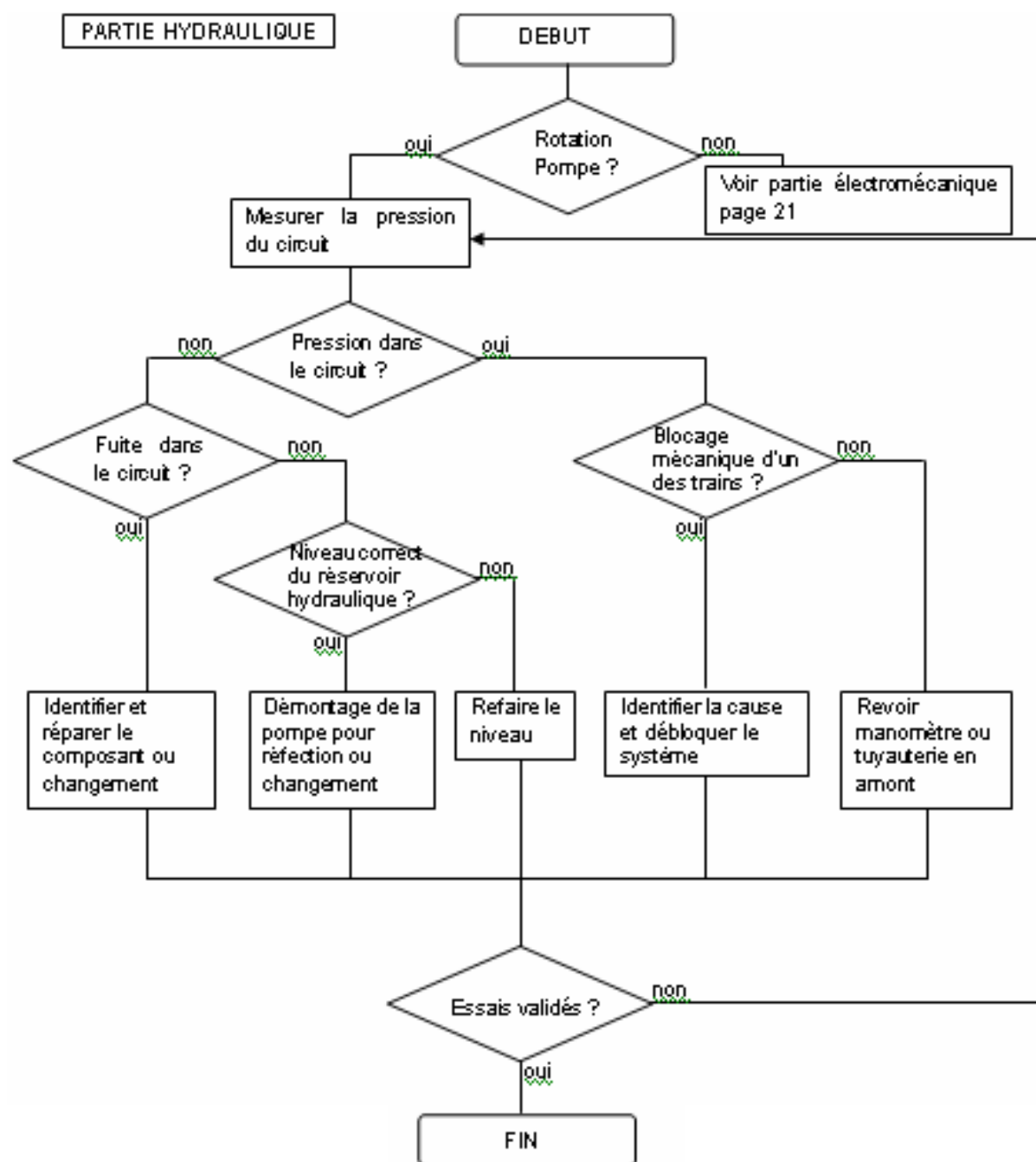
Application sur le fonctionnement de rentrée et de sortie des trains d'atterrissage de ROBIN HR 100.

Constat de panne : Les trains d'atterrissage ne rentrent pas.

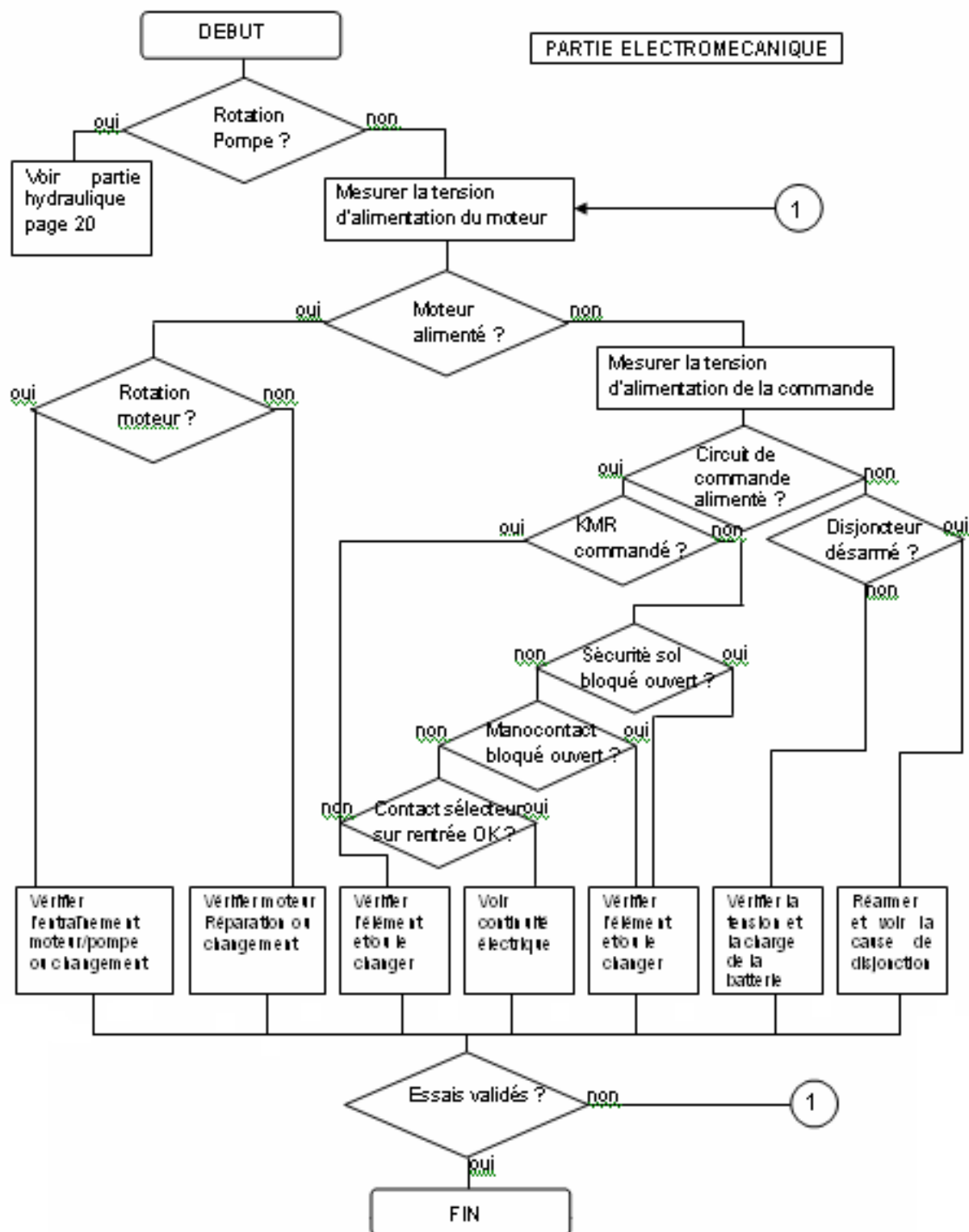
A partir d'un schéma de puissance hydraulique et d'un schéma de commande électrique, nous allons identifier les causes possibles de cette panne.



Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	BPMSC 7.18e
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 18 sur 25

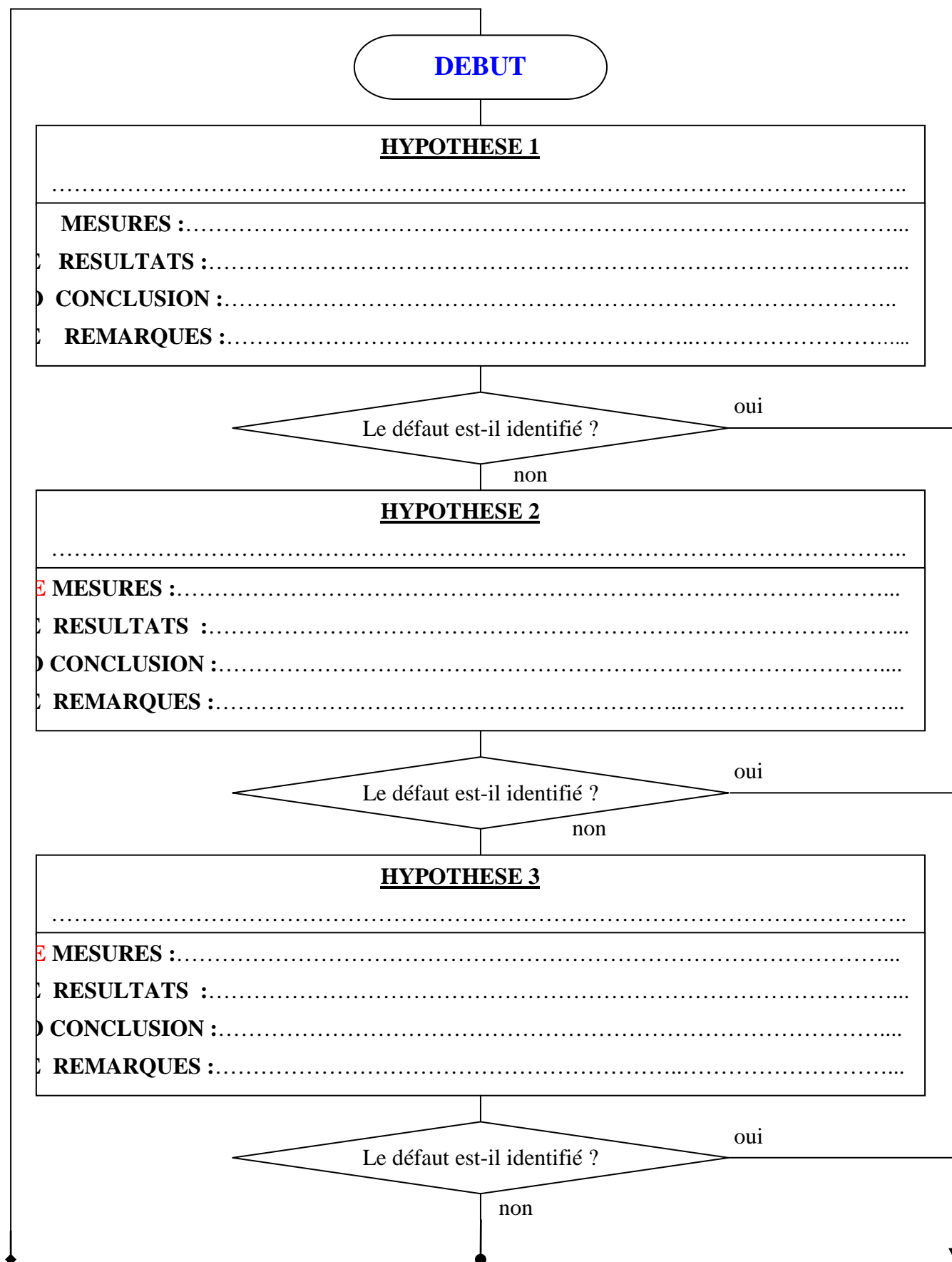


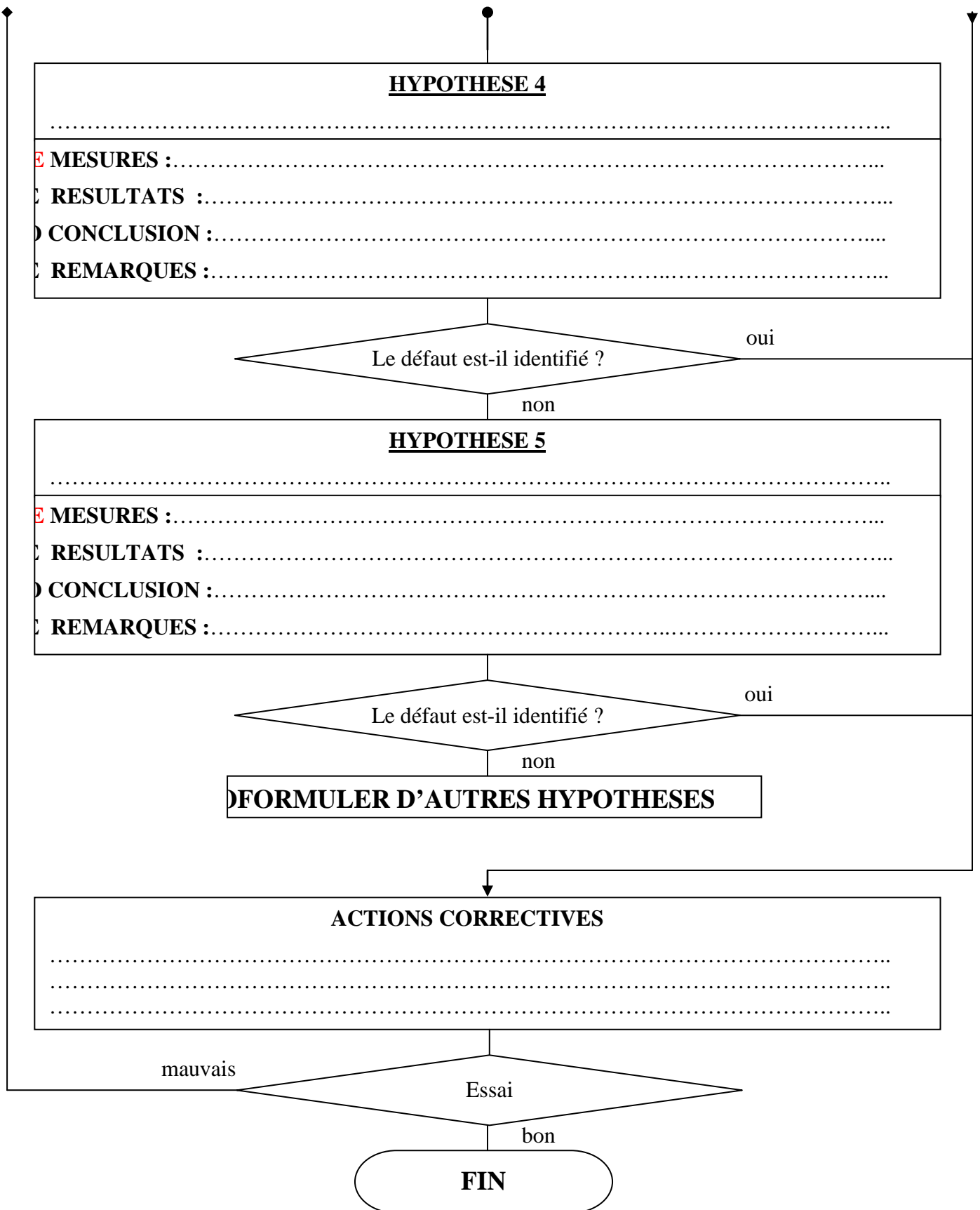
Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	BPMSC 7.18e
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 19 sur 25



Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	BPMSC 7.18e
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 20 sur 25

3-9 ORGANIGRAMME DE DEPANNAGE STANDARD :





LEÇON 4 LA METHODE « ISHIKAWA »

4-1 DEFINITION :

Cette méthode est également appelée : le diagramme ou arête de poisson ou diagramme des causes effets.

4-2 OBJECTIF DE LA METHODE :

A l'aide d'un outil simple et usuel, la méthode « Ishikawa » doit permettre à un groupe de travail de rechercher, de décrire les causes, les variables d'un procédé ; le but étant atteint lorsque les idées sont épuisées.

4-3 DESCRIPTION :

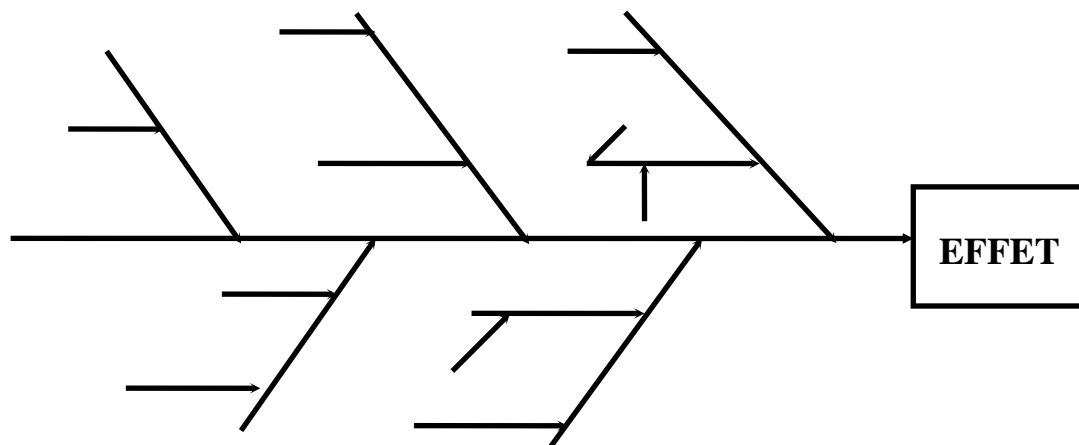
Il s'agit d'un diagramme constitué d'un certain nombre de flèches ramifiées sur une grande flèche horizontale qui indique le résultat désiré.



Le résultat désiré pouvant être :

- un but
- une quantité
- un objectif
- un problème
- un résultat
- une conséquence

**ce que l'on
veut résoudre**



Remarque :

Il faut obtenir la structure qui épuiserait complètement les idées.

Il est recommandé de ne pas dépasser 6 branches principales obliques.

Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	BPMSC 7.18e
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 23 sur 25

4-4 METHODES D'ETUDE D'UN PROBLEME :

4-4-1 Définir l'effet

L'effet doit être formulé en termes simples, admis par l'ensemble des participants.

- Que veut-on améliorer, changer, modifier, quel est l'effet attendu ?

La transformation doit être mesurable pour apprécier une modification de façon objective.

L'effet doit constamment rester visible pour permettre de recentrer la démarche à tout moment.

4-4-2 Identifier les causes

C'est la période de recherche d'idées. L'important est de noter, sans classer, les idées venant de toute part. Tout doit être noté de façon visible pendant toute la séance.

4-4-3 Les mots-clés

L'émetteur de chaque phrase formulée, doit souligner le ou les mots-clés. Cet état fait souvent resurgir des idées nouvelles qui seront notées à la suite, elles seront traitées à la fin.

4-4-4 Les principales familles

Pour favoriser la recherche, la méthode des **5M** est couramment utilisée. Elle permet d'orienter la réflexion vers les 5 domaines, desquels sont généralement issues les causes.

- **Machine**
- **Main d'œuvre**
- **Méthodes**
- **Matière**
- **Milieu**

- Machines : **c'est tout ce qui nécessite un investissement, du matériel, des locaux, du gros outillage.**

- Main d'œuvre : **c'est l'ensemble du personnel**

- Méthodes : **ce sont les gammes, les modes d'emploi, les notices, les instructions écrites ou non (A.M.M, C.M.M).**

- Matières : **c'est tout ce qui est consommable, donc amortissable : les matières premières, les fluides, l'énergie.**

- Milieu : **c'est l'environnement physique et humain. Les conditions de travail, l'ergonomie, les relations, les clients, problèmes de fournisseurs.**

Toutes autres organisations mieux adaptées au problème peut être utilisées.

4-4-5 Tracer le diagramme

Le diagramme est tracé en reportant dans l'ordre des idées formulées.

Seul le mot-clé indiqué sur les flèches.

Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	BPMSC 7.18e
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 24 sur 25

4-4-6 Choisir

Le choix des causes sur lequel va porter l'analyse commence par déterminer les familles (de machine jusqu'à milieu) qui semblent être les plus importantes.

4-4-7 Définir l'objectif

L'objectif doit être exprimé en termes de valeur de l'évolution et en temps que l'on s'accorde pour vérifier l'évolution.

4-4-8 Les moyens

Choisir les méthodes de mesure, les tests, les procédures.

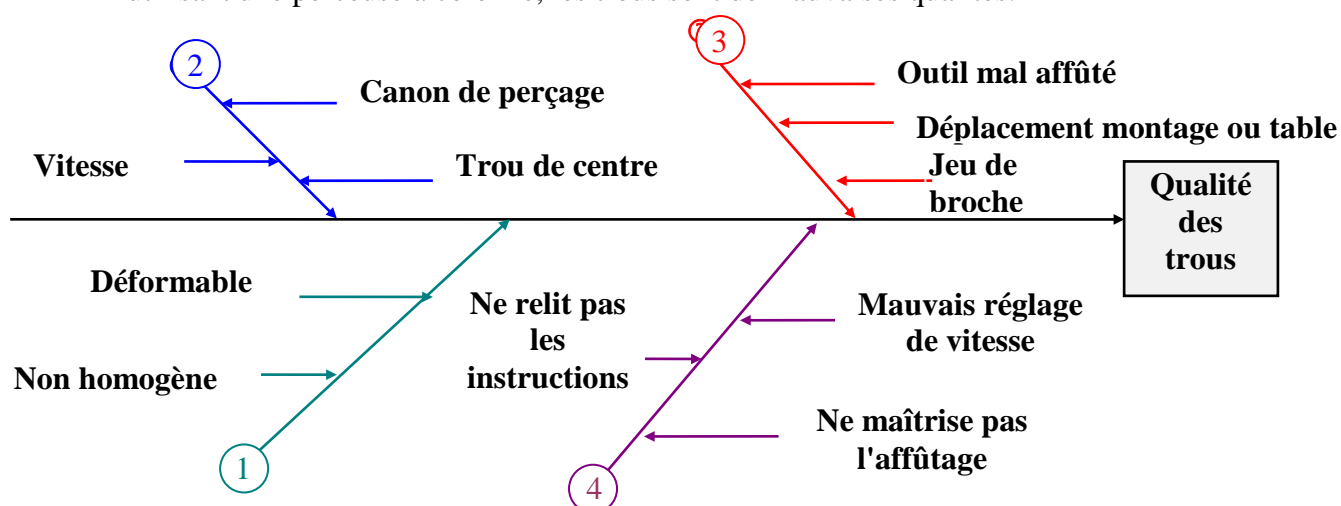
4-4-9 Confronter aux résultats antérieurs

A ce stade, il est important de vérifier si l'effet désiré est obtenu.

Dans le cas contraire, le groupement suivant est abordé jusqu'à l'obtention de l'amélioration.

4-5 APPLICATION :

En utilisant une perceuse à colonne, les trous sont de mauvaises qualités.



- ① - matière
- ② - méthode
- ③ - machine
- ④ - main d'œuvre

Agrément Partie 147	Édition : 1	Révision : 0	BPMSC 7.18e
N° FR 147 027	Date :	Date :	Page 25 sur 25