
ENVIRONNEMENT GENERAL

CIN-EG-01

**GUIDE POUR LA PRISE EN COMPTE DE
L'ENVIRONNEMENT
DANS UN PROGRAMME D'ARMEMENT**



Ce document ne comporte aucune exigence et ne peut pas faire l'objet d'une clause contractuelle de mise en application lors de l'établissement d'un marché ou d'un contrat

Avertissement

Ce document ne comporte aucune exigence et ne peut pas faire l'objet d'une clause contractuelle de mise en application lors de l'établissement d'un marché ou d'un contrat

Organisme responsable

Le présent guide est le résultat des travaux menés par la commission interarmées de normalisation environnement général (CIN-EG) du ministère de la défense qui réunit des représentants des Etats-Majors, de la Délégation Générale pour l'Armement et des industriels du secteur défense.

Il est placé sous la responsabilité de la CIN-EG qui l'a approuvé lors de la réunion du 18 juin 1998.

Les commentaires ou demandes d'évolution peuvent être transmis par écrit au président de la commission à l'adresse suivante:

Monsieur le président de la CIN-EG
DCE/ETC5/LRBA
BP 914
27207 VERNON CEDEX

Organisme de diffusion

Ce document est public et peut être reproduit (dans son intégralité) sans autorisation préalable; il est diffusé gratuitement, sur simple demande, par l'organisme indiqué ci-avant.

Jacques MORICEAU
Président de la CIN-EG

ETAT DES MISES A JOUR			
N°	Date	Pages	Description

SOMMAIRE

1.	GENERALITES	7
1.1	L ' « Environnement »	7
1.2	Objet du document.....	7
1.3	Domaine d'utilisation	9
2.	REFERENCES	11
2.1	Documents de référence	11
2.2	Définition des termes utilisés	11
3.	METHODOLOGIE DE PRISE EN COMPTE DE L'ENVIRONNEMENT DANS UN PROGRAMME.	11
3.1	Principe	11
3.2	Stade et Phase de Préparation.....	13
3.3	Stade de Conception - Phase de Faisabilité.....	15
3.4	Stade de Conception - Phase de Définition du besoin.....	17
3.5	Stade de Réalisation - Phase de Développement/industrialisation	21
3.5.1	Dossier de Définition.....	21
3.5.1.1	Eléments environnement à intégrer dans le Dossier de Définition (DD) du matériel ⁽⁴⁰⁾	21
3.5.1.2	Eléments Environnement concernant la définition des validations à effectuer (calculs, simulations, essais) - Qualification du matériel en environnement	23
3.5.1.3	Eléments Environnement concernant l'exécution des validations (calculs, simulations, essais)	27
3.5.1.4	Eléments Environnement concernant les résultats de ces validations	29
3.5.2	Dossier Justificatif de la Définition (DJD).....	31
3.5.3	Dossier de Fabrication et de Contrôle (DFC)	33
3.5.3.1	Eléments Environnement à intégrer dans le Dossier de Fabrication et de Contrôle (DFC) du matériel.....	33
3.5.4	Documents Utilisateur	39
3.5.4.1	Eléments Environnement à intégrer dans les Documents Utilisateur du matériel.....	39
3.5.5	Documents de retrait de service.....	39
3.5.5.1	Eléments Environnement à intégrer dans les dossiers de retrait de service	39
3.6	Stade de Réalisation - Phase de Production	41
3.6.1	Actions spécifiques Environnement dans le processus de production	41
3.6.2	Actions spécifiques Environnement dans le processus d'acceptation :	43
3.7	Stade et Phase d'Utilisation	43

3.7.1	Actions spécifiques Environnement lors de l'utilisation opérationnelle du matériel ...	43
3.8	Stade Utilisation - Phase de Retrait du Service du matériel	45
3.8.1	Actions spécifiques Environnement lors du retrait de service du matériel.....	45
4.	DISPOSITIONS D'ORGANISATION POUR ASSURER LA PRISE EN COMPTE DE L'ENVIRONNEMENT DANS UN PROGRAMME	47
4.1	Les Tâches spécifiques Environnement dans un Programme.....	47
4.1.1	Tâches liées à la Conception du matériel (Préparation, Faisabilité, Définition du besoin) :.....	47
4.1.2	Tâches liées à la Réalisation du matériel (Développement/Industrialisation, Qualification, Production Industrielle, Acceptation) :	49
4.1.3	Tâches liées à l'utilisation du matériel :.....	51
4.1.4	Tâches liées au retrait du service et au démantèlement du matériel :	51
4.2	Responsabilité de la Prise en Compte de l'Environnement.....	53
4.2.1	Responsabilité du Client étatique « Maître d'ouvrage »	53
4.2.2	Responsabilité du Fournisseur industriel « Maître d'œuvre »	53
4.3	Les « Spécialistes Environnement »	55

ANNEXE A

EXPLICATIONS ET DEFINITIONS COMPLEMENTAIRES

1.	Visualisation d'un « Profil de Vie ».....	A1
2.	Visualisation des actions spécifiques « environnement ».....	A3
3.	Définition complémentaire des termes utilisés.....	A6

ANNEXE B

LES AIDES

1.	Plan de Prise en Compte de l'Environnement.....	B1
2.	Exemples de documents d'aide à la saisie.....	B4
3.	Découpage en lot d'environnement..	B14
4.	Valeurs d'environnement rencontrées au cours des phases de déroulement d'un programme et autres valeurs qui s'en déduisent (critères de dimensionnement, sévérité d'essais, etc.)	B23

PRESENTATION DU DOCUMENT

Afin de faciliter la lecture du document, on trouvera en page gauche, en italique:

- des **commentaires** qui ont pour but de préciser les grandes lignes des éléments de conduite de programme.
- des **notes** renvoyées par le texte ou les commentaires et qui sont généralement des définitions ou des références. Lorsque plusieurs notes sont reliées à un même sujet, elles portent un numéro identique.

Les pages de droite concernent le document proprement dit.

DOCUMENTS DE REFERENCE

Documents OTAN

- NATO AAP 20 Handbook on the Phase Armaments Programming System (PAPS)
- AECTP 100 Prise en compte de l'environnement pour les matériels de défense (STANAG 4370)
- STANAG 4370 Environmental Testing

Documents défense

- Instruction générale sur le déroulement des programmes d'armement N°1514 (Edition 3 du 5 mai 1998)
- GAM-EG-13 Essais Généraux en Environnement des Matériels
- Def-Stan 00-35 Environmental Handbook for Defence Materiel
- MIL-STD-810F Test Method Standard for Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests

Documents civils

- RG Aéro 0040A Recommandation générale pour la spécification de management de programme

NOTES ET COMMENTAIRES

- | | |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) | <i>Un essai est caractérisé par : des actions coordonnées chronologiquement et volontaires, sur un élément concret en vue d'un objectif défini (GT AFNOR).</i> |
| (2) | <i>Un essai en environnement (extrait CEI-68-5-2) consistera normalement en l'exécution des opérations suivantes :</i> <ul style="list-style-type: none">• <i>préconditionnement</i>• <i>examen initial et mesures initiales</i>• <i>épreuve</i>• <i>reprise</i>• <i>examen final et mesures finales</i> |
| (3) | <i>Epreuve (CEI-68-5-2) : exposition d'un spécimen à des conditions d'environnement dans le but de déterminer l'effet de telles conditions sur le spécimen.</i> |

- | | |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (4) | <i>AFNOR NF X 07 - 144 -1 : Essais en environnement - Partie 1 : Bases de la démarche : Personnalisation du produit à son environnement</i> |
| (5) | <i>Le Profil de vie (profil de vie active) (GAM-EG13) est la « description chronologique des situations - y compris l'utilisation et les missions - qu'un matériel est appelé à subir depuis sa sortie d'usine jusqu'à sa mise hors service. Le Profil de vie est la partie du cycle de vie qui concerne l'état « vivant » du matériel.</i> |
| (6) | <i>Confirmée par certains éléments de l'Instruction Ministérielle 1514 édition 3</i> |
| (7) | <i>Le Cycle de vie (NF EN ISO 14040) : Phases consécutives et liées d'un système de produits, de l'acquisition des matières premières ou de la génération des ressources naturelles à l'élimination finale.</i> |

PREAMBULE

La démarche de « personnalisation », telle que présentée en GAM-EG-13 dans son édition de 1986, portait sur la personnalisation des « essais en environnement » ⁽¹⁾, définie en fonction du Profil de Vie du matériel.

Un « Essai en environnement » ⁽²⁾ comporte une épreuve ⁽³⁾ et des mesures de fonctionnement associées.

Il paraît bon de rappeler qu'historiquement les « Essais d'Environnement » étaient gérés de manière forfaitaire par des essais réalisés lors de la « réception (ou recette) des matériels ». Plus tard est apparu le concept de « Qualification » en fin de développement.

Dans la pratique, la majorité des essais, même personnalisés, intervenait après les choix de définition, ce qui conduisait à aborder trop tardivement des problèmes qui auraient dû être résolus avant, avec des conséquences importantes sur les coûts et délais.

La prise en compte des premiers résultats « in situ » rendait par ailleurs indispensable l'exécution de certains essais « personnalisés », non prévus dans les Programmes, d'où des dépassements systématiques de budgets et de délais.

La meilleure manière d'éviter ces écueils est d'intégrer la prise en compte des éléments liés à l'environnement dès la conception du matériel.

Une première évolution a conduit à compléter la démarche initiale de « Personnalisation des Essais » (GAM-EG-13 1986) par des actions en conception (faisabilité, expression du besoin, définition et justification de la définition) correspondant à la notion de « Personnalisation du Matériel à son Environnement » ⁽⁴⁾ associée au Profil de Vie ⁽⁵⁾.

Pour la prise en compte de l'environnement, l'évolution actuelle ⁽⁶⁾ conduit à :

- insister sur l'emploi opérationnel d'un système depuis sa sortie d'usine jusqu'à son retrait de service, ce que nous appelons le « Profil de Vie » du matériel,
- introduire le concept de « Cycle de Vie » ⁽⁷⁾ qui prend en compte les divers états du matériel : défini, réalisé, vivant, en retrait de service et leur incidence sur l'environnement nuisances des opérations de production, de l'utilisation, du soutien, etc. Le Profil de Vie active est la partie du Cycle de Vie qui concerne l'état « vivant » du matériel.
- guider les différents acteurs étatiques et industriels pour une prise en compte de l'environnement dans les programmes au juste nécessaire afin de réduire les coûts.

NOTES ET COMMENTAIRES

(8) On appelle « Programme d'Armement » une opération ou un ensemble d'opérations auxquelles le Ministre de la Défense, sur proposition du Délégué Général pour l'Armement, en accord avec le Chef d'Etat-major des Armées a décidé d'appliquer les procédures définies par la présente instruction. (IM 1514 révision 1998)

Le présent document a été établi avec le souci de respecter les habitudes des spécialistes en Management de Programme aussi bien étatiques qu'industriels avec leur méthodologie et leur vocabulaire spécifique, en particulier :

⇒ le phasage du programme :

- Préparation
- Faisabilité
- Définition
- Développement /Industrialisation
- Production
- Utilisation
- Retrait de service

⇒ les documents associés :

Du côté donneur d'ordre étatique (Maître d'ouvrage) :

Expression du besoin militaire

- Objectif Etat Major (OEM)
- Fiche de Caractéristiques Militaires Exploratoire (FCME)
- Fiche de Caractéristiques Militaires Provisoires (FCMP)
- Fiche de Caractéristiques militaires de Référence (FCMR)

Documents de Programme

- Dossier de Faisabilité (DF)
- Dossier d'Orientation (DO)
- Dossier de Lancement du Développement/industrialisation (DLD)
- Dossier de Lancement de la Production (DLP)
- Dossier de lancement de la réalisation (DLR)

Documents relation client/fournisseur

- Dossier de Faisabilité
- Cahier des Charges Fonctionnel (CdCF)
- Spécifications Techniques de Besoin (STB)

Du côté industriel (Maître d'œuvre)

- Dossier de Définition
- Dossier Justificatif de Définition
- Dossier de Fabrication et de Contrôle
- Documentation utilisateur
- Documents de retrait de service.

Par ailleurs, les « outils » permettant de concevoir, de réaliser, de mettre et de maintenir en service un matériel, sont principalement :

- des outils méthodologiques relatifs à des disciplines (ou métiers), par exemple : études, analyse fonctionnelle (9) (dont la prise en compte de l'environnement au sens large), analyse de la valeur (10) , sûreté de fonctionnement (fiabilité, maintenabilité, disponibilité, sécurité) (11) , soutien logistique (12) (intégré et maintien en conditions opérationnelles), ergonomie,
- des outils méthodologiques de conduite de programme (13) (ingénierie intégrée (14) ou système, conception à coût objectif (15) ,analyse coût/efficacité (16) , analyse de risques (17) , assurance qualité (18) , essais (19) , etc.),
- des outils industriels (13) , par exemple structures d'études, de production, d'essai, de gestion, de soutien (rechanges, assistance technique, etc.).

(9) AFNOR FD X 50 - 101 : Mise en œuvre de l'analyse fonctionnelle

(10) AFNOR NF X 50 -151 : Analyse de la Valeur - Analyse Fonctionnelle - Expression fonctionnelle du besoin et Cahier des Charges Fonctionnel

AFNOR NF X 50 - 153 : Analyse de la valeur - Recommandation pour sa mise en œuvre

AFNOR NF X 50 - 152 : Analyse de la valeur - Caractéristiques fondamentales

Pour le management de programme, cette même évolution conduit à :

- traiter à un même niveau le « Système » et le « Système de soutien »,
- faire participer l'utilisateur opérationnel final à toutes les opérations nécessaires à l'élaboration du matériel,
- faire précéder la phase de faisabilité d'une phase de préparation,
- intégrer l'industrialisation dans la phase de développement qui devient phase de développement/industrialisation.

L'ensemble des dispositions prises, la gestion des ressources nécessaires, des tâches, des responsabilités, etc., est rassemblé dans le concept de :

« PRISE EN COMPTE DE L'ENVIRONNEMENT DANS UN PROGRAMME D'ARMEMENT⁽⁸⁾».

NOTES ET COMMENTAIRES

(11)	<i>Sûreté de fonctionnement : RG Aéro 000 27 : Guide pour la maîtrise de la Sûreté de fonctionnement (en préparation).</i>
(12)	<p><i>Le soutien logistique intégré est l'ensemble coordonné et itératif des tâches de gestion et des tâches techniques nécessaires pour :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>assurer que le soutien est pris en compte dans l'énoncé des exigences relatives au système principal et dans la définition de celui-ci,</i> • <i>spécifier et définir le système de soutien en optimisant l'ensemble système principal/système de soutien (disponibilité et coût global),</i> • <i>réaliser et mettre en place le système de soutien ainsi défini, maintenir ce système de soutien pendant la durée de vie du système principal.</i> <p><i>BNAE RG Aéro 000 76 : Management de programme - Recommandations pour la mise en œuvre du soutien logistique intégré.</i></p> <p><i>AFNOR X 50 – 420 : Management des systèmes – Soutien logistique intégré – Concepts généraux</i></p> <p><i>Le maintien en condition opérationnelle (Instruction 7126/DN/EMAT/3/CEP) a pour but de conserver ou de remplacer un matériel dans un état lui permettant d'accomplir le service pour lequel il a été conçu, de telle sorte que cet état réponde, à certaines tolérances près, aux spécifications et aux critères de fonctionnement initiaux.</i></p>
(13)	<i>BNAE RG 000 40 : Recommandation Générale pour la spécification de management de programme</i>
(14)	<p><i>Ingénierie intégrée (AFNOR XP X 50 - 415) : Démarche qui consiste à prendre en compte simultanément les besoins relatifs à divers moments du cycle de vie du produit.</i></p> <p><i>Cette approche implique une conception intégrée et simultanée des produits et des processus liés à ces derniers, ce qui induit la production et le soutien.</i></p> <p><i>Elle permet aux développeurs de prendre en compte dès l'origine tout le cycle de vie du produit, depuis l'expression initiale du besoin jusqu'au retrait de service.</i></p> <p><i>AFNOR X 50 - 415 : Management des systèmes - Ingénierie intégrée - Concepts généraux et introduction aux méthodes d'application</i></p>
(15)	<p><i>AFNOR NF X 50 - 150 : Conception pour un coût objectif</i></p> <p><i>BNAE RG Aéro 000 61 : Management de programme - Maîtrise de coûts et des délais dans le déroulement d'un programme</i></p>
(16)	<i>Guide DGA/AQ 916 : Guide pour l'optimisation en coût - efficacité des démonstrations à réaliser dans la phase de développement d'un programme d'armement</i>
(17)	<i>Guide DGA/AQ 924 : Manuel du management des risques dans un programme d'armement</i>
(18)	<p><i>ISO 9001 : Systèmes qualité - Modèle pour l'assurance de la qualité en conception, développement, production, installation et prestations associées</i></p> <p><i>Assurance Qualité : BNAE RG Aéro 000 83 : Système qualité applicable au secteur aéronautique et spatial - Modèle pour l'assurance de la qualité en conception, développement, production, installation et prestations associées</i></p>
(19)	<p><i>Guide DGA/AQ 918 : Guide des méthodes de management des essais</i></p> <p><i>GAM-EG13: Généralités, Fascicules d'essai et Guides de choix</i></p>
(20)	<i>BNAE RG Aéro 000 04 : Dossier industriel - Généralités</i>

1. GENERALITES

1.1 L' « Environnement »

Pour mémoire « L'environnement est l'ensemble, à un moment donné, des agents physiques, chimiques, biologiques, etc. susceptibles d'avoir un effet direct ou indirect, immédiat ou différé, sur les êtres vivants, les activités humaines et sur les matériels ou leur fonctionnement ».

Il convient de préciser que :

- l'environnement, à un instant et un endroit donnés, est la résultante de celui reçu de l'extérieur et de celui généré localement (par exemple la température interne d'un équipement en fonctionnement dépend directement des échanges conductifs, convectifs et radiatifs des éléments de cet équipement avec l'extérieur),
- le terme « environnement » est souvent associé à un terme complémentaire, par exemple :
 - Environnement Technique.
 - Environnement Nuisances.
 - Environnement Industriel.
 - Environnement Ecologique.
 - Environnement Economique.
 - Environnement Médiatique.
 - etc.

Dans le présent document on s'intéresse tout particulièrement à l'environnement technique, tout en faisant référence lorsque cela s'impose aux autres types d'environnement.

1.2 Objet du document

L'objet de ce document est de constituer un guide précis pour la « Prise en Compte de l'Environnement dans un Programme d'Armement ». Il entre dans le cadre de la démarche actuelle de la Défense consistant à réduire les coûts des matériels produits, mis et maintenus en service dans les armées.

Il ne conduit pas à écrire de nouveaux documents, mais à intégrer certains paragraphes, pages, fiches ou annexes dans les documents de management de programme déjà prévus.

Il s'adresse aux :

- Directeurs et Officiers de Programme (équipe intégrée), Spécificateurs, Bureaux d'Etudes, Bureaux de calcul, ... étatiques et industriels qui y trouveront un référentiel en la matière,

(21) On peut citer les documents normatifs suivants :

- **MIL Std 810** américaine (la personnalisation apparaît à la version D).
- **DEF STAN 00-35** britannique

-
- Utilisateurs opérationnels, qui bénéficieront des éléments spécifiques à leur intervention dans les discussions avec les autres partenaires tout au long du programme,
 - Spécialistes « Environnement » qui auront ainsi à leur disposition la plus grande partie des éléments de leur métier pour négocier avec leurs partenaires les meilleurs compromis entre performances techniques, coût et délais.

Les dispositions proposées pourront être adaptées en fonction :

- de la taille, de la complexité et de la durée de vie des programmes,
- des risques à maîtriser,
- du nombre des participants.

Il faut également noter que le processus peut être simplifié pour des programmes conduisant à des essais simples et même supprimé pour des essais normalisés.

1.3 Domaine d'utilisation

Le présent guide peut être utilisé pour tous les Programmes nationaux d'armement. Il traite aussi bien des actions à mener lors de la conception et la réalisation d'un matériel spécifique, que de celles à mener lors de l'achat d'un matériel existant « sur étagère ».

Il peut aussi être utilisé en tant que document de mise en oeuvre du STANAG 4370 - AECTP 100 dans le cadre de Programmes en coopération, au niveau européen ou international dans le domaine militaire.

Il est, de plus, compatible avec les documents issus d'autres organismes militaires ou civils qui traitent du même sujet ⁽²¹⁾.

Aucune limitation d'emploi de ce document ne parait devoir intervenir dans le domaine civil. Néanmoins, il faut toujours veiller à la cohérence des actions entreprises et l'adapter en fonction du contexte de conception, de réalisation et d'utilisation du matériel (en particulier l'environnement effectivement rencontré en utilisation).

(22) *Le Profil de vie (profil de vie active) (GAM-EG13) est la « description chronologique des situations - y compris l'utilisation et les missions - qu'un matériel est appelé à subir depuis sa sortie d'usine jusqu'à sa mise hors service. Le Profil de vie est la partie du cycle de vie qui concerne l'état « vivant » du matériel.*

(23) *Une « situation » regroupe principalement:*

- *des agents d'environnement caractérisés par leur nature et leur niveau,*
- *une durée d'exposition et une occurrence,*
- *les arrangements des constituants utilisés (configuration d'emploi du matériel),*
- *les groupements de fonctions activées au cours de la situation (mode de fonctionnement),*
- *les divers régimes adoptés pour chaque fonction (modes de fonctionnement ou états).*

(24) *Le Cycle de vie (NF EN ISO 14040) : Phases consécutives et liées d'un système de produits, de l'acquisition des matières premières ou de la génération des ressources naturelles à l'élimination finale.*

(25) *Une Analyse de Cycle de Vie (ACV) est un outil d'évaluation des impacts sur l'environnement d'un système comprenant l'ensemble des activités associées à un produit, depuis l'extraction des matières premières, jusqu'aux différents modes de traitement des déchets (valorisation, concentration, stockage des déchets ultimes).*

Le Cycle de vie est lié à l'état du matériel (fonctionnel, spécifié, défini, réalisé, vivant, en retrait de service) et non aux phases de son élaboration ou utilisation.

2. REFERENCES

2.1 Documents de référence

Les documents de référence en relation avec la démarche du présent document sont :

- Instruction Ministérielle 1514
- Norme Interarmées GAM-EG-13 : Essais Généraux en Environnement
- NATO STANAG 4370 : Environmental testing AECTP 100 : Environmental Guidelines for Defence Materiel
- NATO AAP 20 : Handbook on the Phased Armaments Programming System (PAPS).

Le détail des documents normatifs en relation avec la démarche figure en annexe A, paragraphe 4.

2.2 Définition des termes utilisés

Les termes sont généralement issus des documents suivants :

- BINORM TG 01 : Terminologie générale Défense
- AFNOR NF X 50 -150 : Analyse de la Valeur, Analyse Fonctionnelle, Vocabulaire
- GAM-EG-13 : Terminologie
- AFNOR NF L 00-007 : Aéronautique et espace, Vocabulaire, Termes généraux.

Une liste complémentaire aux définitions déjà connues et des commentaires figurent en annexe A paragraphe 3, pour les termes suivants :

- Domaine d'environnement où le fonctionnement (ou le stockage) du matériel est normal, limite, extrême
- Fonctions de Service - Fonctions Techniques
- Coefficient de Garantie
- Facteur d'Essai
- Robustesse d'un matériel

3. METHODOLOGIE DE PRISE EN COMPTE DE L'ENVIRONNEMENT DANS UN PROGRAMME.

3.1 Principe

La « Prise en compte de l'Environnement dans un Programme d'Armement » consiste à intégrer dans les diverses actions de management de programme les éléments plus particulièrement liés à l'environnement réel que le matériel est susceptible de rencontrer ou de générer au cours de son profil ^{(22) (23)} et de son cycle de Vie ^{(24) (25)} .

(26) *Le coût global de possession intègre les coûts d'acquisition, d'utilisation et de retrait.*

Pour mémoire, la **phase de préparation** est initialisée par décision du Chef d'Etat Major au vu d'un « Objectif d'Etat Major (OEM) ». Les travaux réalisés conduisent à une « Fiche de Caractéristiques Militaires Exploratoire (FCME) » donnant l'expression du besoin militaire et à un « Dossier de Faisabilité (DF) » qui est sa traduction en termes techniques.

Cette phase a pour objectifs de :

- expliciter le(les) besoin(s) militaire(s) prévisibles à partir des études de prospective ,
- regarder les voies d'acquisition envisageables (matériel sur étagère ou réalisé spécifiquement),
- réaliser les études technico-opérationnelles nécessaires, pour définir les caractéristiques générales du matériel,
- préciser le contour du programme, évaluer les risques techniques et technologiques et les solutions envisagées pour les maîtriser,
- estimer les grandes lignes du soutien logistique,
- permettre un premier cadrage des coûts et délais de réalisation ainsi que des coûts d'utilisation induits : estimation grossière mais suffisamment fiable pour permettre d'évaluer la faisabilité financière du programme,
- donner toutes les informations utiles pour la phase de faisabilité dont les interfaces avec les autres programmes , partenaires, etc.
- définir le cadre des évolutions du besoin opérationnel.

Les travaux sont menés en concertation itérative entre les utilisateurs et les maîtres d'œuvre potentiels en vue de conduire à un appel d'offres.

Le résultat des travaux relatifs à cette phase prennent place dans une « Fiche de Caractéristiques Militaires Provisoire (FCMP) » et un « Dossier de Faisabilité (DF) »..

Ces éléments interviennent dans les phases de préparation (expression préliminaire du besoin), de faisabilité, de définition, de développement/industrialisation, de production, d'utilisation et de retrait du service.

Au cours de chacune de ces phases, interviennent des **actions de définition, de réalisation**, ainsi qu'à des degrés divers des **actions de validation** (calculs, simulations, essais).

Un matériel (ou un système - intégrant le système de soutien logistique) est caractérisé globalement par des performances, un coût et des délais.

Le processus employé est itératif, c'est à dire que les éléments sont revus et enrichis au fur et à mesure du déroulement du programme. Cependant, il est essentiel de souligner que, industriellement parlant, il n'est pas envisageable de faire des mises à jour permanentes des documents associés.

L'analyse de l'impact de nouvelles données doit se faire au coup par coup afin de décider de l'intérêt de les intégrer dans les documents avec les négociations que cela peut supposer derrière entre les différentes parties impliquées dans le programme. Ce processus est mené conjointement par l'utilisateur final opérationnel (Etat-major) et les autres partenaires techniques (DGA et Industriels).

La Prise en compte de l'environnement dès la conception du matériel et le suivi de ses différents aspects tout au long de la vie du programme a pour effet de diminuer :

- le coût global de possession ⁽²⁶⁾,
- les délais de mise en service opérationnelle,
- le nombre des pannes en opérations,
- le rapport coût/efficacité du système d'armes associé à son système de soutien.

3.2 Stade et Phase de Préparation

Actions spécifiques Environnement dans la phase de préparation

Ces actions concernent l'animation des tâches Environnement et la rédaction de paragraphes, pages, fiches ou annexes prenant place dans le Dossier de Faisabilité. Elles peuvent aussi éventuellement consister à réaliser des validations partielles (calculs, simulations, essais).

Elles conduisent à :

- analyser le besoin militaire exprimé et en déduire le profil de vie qu'il sous entend,
- préciser les situations qui, à priori, seront rencontrées,
- donner pour chaque situation, à partir des banques de données existantes, les agents d'environnement à retenir comme pertinents pour le matériel considéré,

NOTES ET COMMENTAIRES

Pour mémoire, la **phase de Faisabilité** est initialisée par décision du Ministre au vu du Dossier de Faisabilité. Les travaux réalisés conduisent à la « Fiche de Caractéristiques Militaires Provisoire (FCMP) » pour l'expression du besoin militaire, au « Dossier d'Orientation (DO) » pour la partie technique et au cahier des Charges Fonctionnel (CdCF) pour les premiers appels d'offre aux industriels.

Les travaux de cette phase ont pour objet :

- d'explorer les différents concepts envisageables répondant au besoin exprimé ou estimé en termes d'objectifs à atteindre (performances, coûts, délais),
- de formaliser le besoin de l'utilisateur opérationnel final (profil de vie, missions, fonctions de service) dans une Fiche de Caractéristiques Militaires (FCM) conduisant ensuite à un Cahier des Charges Fonctionnel (CdCF) ⁽¹⁾,
- de présenter chaque concept étudié associé à une proposition financière (performances, coûts et délais),
- d'évaluer la faisabilité technique et industrielle et de mettre en évidence les éléments critiques de chaque concept (niveau de flux de production, absence de rupture de flux de production),
- de donner les principes généraux relatifs au soutien logistique (moyens d'emballage, stockage, transport, infrastructures nécessaires),
- de définir les grandes lignes des démonstrations à mener en développement,

Ces travaux sont conduits à partir d'une première version du CdCF de la part du Maître d'ouvrage. A la fin de la phase le CdCF sert de référence pour les consultations et appels d'offre.

(27) Le Cahier des Charges Fonctionnel (AFNOR NF X 50 - 150) est un document par lequel le demandeur exprime son besoin (ou celui qu'il est chargé de traduire) en termes de fonctions de service et de contraintes.

Commentaires : Pour chacune d'elles sont définies des critères d'appréciation et leurs niveaux. Chaque niveau doit être assorti d'une flexibilité.

(28) Fonction de service (NF X 50-150): action attendue d'un matériel (ou réalisé par lui) pour répondre à un élément du besoin d'un utilisateur donné.

(29) Critère d'appréciation (NF X 50-150): caractère retenu pour apprécier la manière dont une fonction est remplie ou une contrainte respectée.

(30) Niveau d'un critère d'appréciation (NF X 50-150): grandeur repérée dans l'échelle adoptée pour un critère d'appréciation d'une fonction. Cette grandeur peut être celle recherchée en tant qu'objectif ou celle atteinte pour une solution proposée.

(31) Flexibilité d'un niveau (NF X 50-150): ensemble d'indications exprimées par le demandeur sur les possibilités de moduler un niveau recherché pour un critère d'appréciation.

(32) Dans le métier « Sûreté de Fonctionnement », le terme « agression » est généralement utilisé (RG Aéro 701 10): partie de l'environnement d'un système susceptible de diminuer ses performances et/ou accroître les risques.

-
- fournir pour chaque agent d'environnement les valeurs (niveau, durée, occurrence) grossières à prendre en compte,
 - donner un premier aperçu du cycle de vie prévisible du matériel,
 - regarder les grandes lignes des réglementations environnement (risques technologiques, nuisances écologiques), dont il faudra tenir compte dans le cycle de vie du matériel (état défini, état réalisé, état vivant, retrait de service),
 - fournir ces informations sous une forme facile à intégrer dans le « Dossier de faisabilité » à l'issue de cette phase.

3.3 Stade de Conception - Phase de Faisabilité

Actions spécifiques Environnement dans la phase de faisabilité

Ces actions concernent l'animation des tâches Environnement et la rédaction de paragraphes, pages, fiches ou annexes prenant place dans le Cahier des Charges Fonctionnel (CdCF)⁽²⁷⁾ du matériel. Elles peuvent aussi éventuellement consister à réaliser des validations partielles (calculs, simulations, essais).

Elles conduisent à :

- examiner l'existence d'un Profil de Vie du matériel, des différentes missions et des fonctions de service à assurer pendant la phase d'utilisation,
- identifier les fonctions de service⁽²⁸⁾ du matériel à priori sensibles à l'environnement, en précisant, le cas échéant, les configurations et modes de fonctionnement prévus,
- caractériser chaque fonction de service - pour chaque solution technique envisagée - vis à vis de l'environnement, dans chaque situation par une estimation grossière :
 - des critères d'appréciation⁽²⁹⁾ dans telle ou telle situation (p.ex. distance),
 - des niveaux de ces critères⁽³⁰⁾ (p.ex. nombre de kilomètres pour chaque situation),
 - de la flexibilité de ces niveaux⁽³¹⁾ (p.ex. flexibilité faible F1, niveau peu négociable).
- caractériser chaque situation du Profil de Vie par des agents d'environnement⁽³²⁾ à retenir à priori en s'aidant :
 - des premiers modèles de comportement, validés ou non par l'expérience,
 - de l'exploitation globale du retour d'expérience de matériels antérieurs.

NOTES ET COMMENTAIRES

(33) *Disponibilité : aptitude d'une entité à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou pendant un intervalle de temps donné, compte tenu du système de soutien mis en place.*

Pour mémoire, la **phase de Définition** du besoin est décidée par l'autorité militaire au vu du Dossier d'orientation. Les travaux conduisent au « Dossier de Lancement en Développement (DLD) ou Dossier de Lancement en Réalisation (DLR) et à la Spécification Technique de Besoin (STB) du matériel pour l'industriel.

Les travaux de cette phase ont pour objet de choisir parmi les solutions retenues à l'issue de la phase de faisabilité, celle à développer et en préciser les exigences à respecter. Elle permet:

- d'approfondir l'étude des solutions techniques retenues précédemment, de comparer leurs performances et risques associés et d'aider au choix de la solution à développer,
- de donner la liste des fonctions de service devant être assurées par le matériel (ou le système) à partir du CdCF, avec les configurations et modes de fonctionnement prévus,
- donner pour chaque fonction de service :
 - les critères d'appréciation,
 - le niveau de ces critères,
 - leurs limites d'acceptation,
- d'établir les STB de premier niveau et, si possible l'arborescence à respecter pour l'ensemble des spécifications,
- de définir les exigences de fiabilité, disponibilité, sécurité, etc. sur les fonctions de service du système ou équipements,
- de présenter les grandes lignes des besoins de soutien logistique (documentation technique, approvisionnements, moyens d'emballage, manutention, stockage, transport, équipements de test et de soutien y compris informatique, maintenance, infrastructures, personnels (effectifs, qualification, formation),
- de définir les grandes lignes des démonstrations et/ou exigences, à mener en développement,
- et enfin de figer la Spécification Technique de Besoin au niveau système. Equipements, etc.

(34) *La Spécification Technique de Besoin (STB) (RG Aéro 000 40) est un document à caractère contractuel établi par le demandeur d'un matériel à l'intention du concepteur et par lequel il exprime son besoin (ou celui qu'il est chargé de traduire) en termes d'exigences techniques. La STB fixe également les conditions de vérification du respect de ces exigences (NF L 006007B).*

BNAE RG Aéro 000 08 : Expression du besoin - Guide pour l'élaboration de la Spécification Technique de Besoin

-
- déterminer les valeurs de chacun des agents d'environnement à l'aide :
 - de valeurs typiques synthétisées à partir de relevés antérieurs d'environnement réel (Banques de Données),
 - de modèles de calcul de l'environnement réel validés par l'expérience,
 - d'essais partiels adaptés,
 - de mesures spécifiques « in situ » d'environnement réel dans des conditions représentatives de l'emploi futur du matériel,
 - mettre en évidence l'incidence de la prise en compte de l'environnement sur chaque concept, par exemple « disponibilité » ⁽³³⁾ (intégrant l'aptitude technique et économique au soutien), etc. et ses répercussions sur les coûts et délais du programme,
 - donner les grandes lignes du cycle de vie du matériel,
 - attirer l'attention sur les exigences de la réglementation concernant la sécurité des personnes, la sauvegarde des biens et les nuisances écologiques, vis à vis des matériaux, composants, processus de production, de stockage, d'emploi, de retrait de service, de démantèlement, de stockage des déchets ultimes, etc.
 - fournir sous une forme directement utilisable les éléments liés à l'environnement à introduire dans le CdCF.

Certaines actions de validation (calculs, simulations, essais) liées à l'environnement peuvent intervenir au cours de la phase de faisabilité conduisant au CdCF.

Ces actions peuvent servir à :

- vérifier un concept de base,
- faire les premières mesures à intégrer dans les modèles numériques (par exemple génération d'environnement induit).

3.4 Stade de Conception - Phase de Définition du besoin

Actions spécifiques Environnement dans la phase de définition du besoin

Ces actions concernent l'animation des tâches Environnement et la rédaction de paragraphes, pages, fiches ou annexes prenant place dans le Spécification Technique de Besoin (STB) ⁽³⁴⁾ du matériel. Elles peuvent aussi éventuellement conduire à la réalisation effective de validations (calculs, simulations, essais).

Elles consistent à poursuivre le processus itératif de prise en compte hiérarchisée de l'environnement avec enrichissement successif grâce aux nouveaux éléments acquis, en particulier :

(35) Domaine d'environnement où le fonctionnement (ou le stockage) est normal : domaine (nature et niveau) d'environnement pour lequel la fonction considérée du matériel est assurée avec les performances (critères d'appréciation) spécifiées.

(36) Domaine d'environnement où le fonctionnement (ou le stockage) est limite : domaine (nature et niveau) d'environnement pour lequel la fonction considérée du matériel peut présenter une performance (critère d'appréciation) dégradée, tout en respectant les exigences de sécurité; cette dégradation doit être réversible lorsque l'on revient dans le domaine où le fonctionnement est normal.

(37) Domaine d'environnement où le fonctionnement (ou le stockage) est extrême : domaine (nature et niveau) d'environnement pour lequel la fonction considérée du matériel peut présenter une performance (critère d'appréciation) dégradée irréversible tout en respectant les exigences de sécurité.

-
- valider ou compléter le profil de vie du matériel et du système de soutien élaborés, en particulier le détail des situations rencontrées à partir de l'expression du besoin militaire opérationnel,
 - actualiser pour chaque situation, la liste des agents d'environnement considérés comme significatifs et/ou pertinents,
 - mettre à hauteur les valeurs correspondantes de chacun des agents d'environnement, à l'aide des nouveaux éléments acquis :
 - nouvelles valeurs synthétisées à partir de relevés antérieurs d'environnement réel (Banques de Données),
 - modèles de calcul intégrant les données d'environnement réel validés par l'expérience,
 - résultats d'essais partiels,
 - nouvelles mesures spécifiques « in situ » d'environnement réel. Cette détermination doit, autant que possible, conduire à caractériser la loi de répartition des valeurs prises, sa moyenne et son écart-type. Il est à noter que les lois de distribution de l'environnement réel ne sont pas toujours des processus gaussiens,
 - définir les domaines d'environnement où le fonctionnement (ou le stockage) du matériel est normal⁽³⁵⁾, limite⁽³⁶⁾ et extrême⁽³⁷⁾ pour chaque critère d'appréciation caractérisant chaque fonction de service,
 - donner une première approche du cycle de vie du matériel et ses différents états,
 - donner un premier aperçu des exigences de la réglementation concernant la sécurité des personnes, la sauvegarde des biens et les nuisances écologiques, vis à vis des matériaux, composants, processus de production, de stockage, d'emploi, de retrait de service, de démantèlement, de stockage des déchets ultimes, etc.,
 - donner les orientations de démonstrations, liées à l'environnement, à priori envisagées, pour obtenir les éléments devant figurer dans le Dossier Justificatif de Définition (DJD) (calculs, simulations et essais), qui devront être apportées au fur et à mesure du déroulement du programme,
 - fournir tous ces éléments en liaison avec l'environnement sous une forme pratique à introduire dans la STB.

Certaines actions de validation (calculs, simulations, essais) liées à l'environnement peuvent également intervenir au cours de la phase de définition du besoin conduisant à la STB.

Elles rentrent également dans un processus itératif de démonstrations (calculs, simulations, essais) pour vérifier un concept ou une solution technologique.

NOTES ET COMMENTAIRES

Pour mémoire, la phase de **Développement/Industrialisation** est initiée par une décision du Ministre ou de la DGA. Les travaux ont pour but d'étudier en détail la solution retenue à l'issue de la phase de Définition du besoin afin d'aboutir à une définition qualifiée et productible en série des matériels livrables nécessaires à l'exploitation opérationnelle et au soutien du système. Ils conduisent à l'élaboration des documents suivants :

- Dossier de Lancement de la Production (DLP) pour la partie étatique

et pour la partie industrielle :

- Dossier de Définition (DD)
- Dossier Justificatif de Définition (DJD) du matériel
- Dossier de Fabrication et de Contrôle (DFC)
- Documents utilisateur
- Documents de retrait de service.

Ces divers documents font état des validations acquises au cours des travaux : mises au point partielles au regard des fonctions techniques, qualifications partielles, etc.

Toutes les validations servant à justifier que la définition satisfait bien aux fonctions de service définies dans la STB seront intégrées dans le DJD.

(38) BNAE RG Aéro 000 42 : Guide pour l'établissement et la mise en œuvre d'un plan de développement

(39) L'industrialisation (BNAE RG 000 43) a pour objectif d'assurer la productibilité et la reproductibilité des produits à fabriquer. Elle permet la réalisation et la mise en service d'un outil industriel adapté au programme et validé.

Pour mémoire, le **Dossier de Définition** s'élabore au fur et à mesure que se développe l'étude de la fourniture. Cette étude est matérialisée par des documents donnant :

- la liste des fonctions techniques du matériel (1) et des éléments du système de soutien, avec leur identification,
- pour chaque fonction technique :
 - la liste des critères d'appréciation,
 - le niveau de ces critères,
 - les limites d'acceptation de ces niveaux,
- la liste des entités (système, ... , équipement, ... , composant - avec leur identification -) participant à la réalisation de chaque fonction technique et de chaque fonction de service,
- pour chaque entité réalisant une fonction technique la (les) situation(s) du Profil de Vie correspondant,
- la liste des exigences de fiabilité, maintenabilité, disponibilité (compte tenu des dispositions prises en soutien logistique), sécurité, etc. sur les fonctions techniques du système (système principal et système de soutien) ou des équipements,
- les aides au choix de la solution à développer, compte tenu des implications financières,
- les éléments liés au processus d'acceptation,
- les éléments liés au soutien logistique :
 - documentation technique,
 - liste des approvisionnements,
 - description :
 - des moyens d'emballage, de manutention et de transport,
 - des équipements de test et de soutien,
 - du processus de maintenance,
 - des moyens de soutien des ressources informatiques (matériels, logiciels),
 - des infrastructures nécessaires,
 - des personnels nécessaires (effectifs, qualification),
 - des moyens de formation du personnel (instructeurs, équipements, etc.).

3.5 Stade de Réalisation - Phase de Développement/industrialisation

Actions spécifiques Environnement dans la phase de Développement/industrialisation

Ces actions concernent l'animation des tâches Environnement et la rédaction de paragraphes, pages, fiches ou annexes prenant place dans les divers documents élaborés au cours de cette phase ^{(38) (39)}.

Elles concernent également la réalisation effective des validations liées à l'environnement (calculs, simulations, essais).

En examinant le détail de chaque document :

3.5.1 Dossier de Définition

3.5.1.1 Eléments environnement à intégrer dans le Dossier de Définition (DD) du matériel ⁽⁴⁰⁾

Ces éléments (paragraphes, pages, fiches ou annexes) sont le résultat des actions suivantes :

- actualiser la complétude, la pertinence et la justesse du profil de vie, des missions assurées, y compris la sécurité, le système de soutien logistique, etc.,
- lister, pour chaque fonction technique ⁽⁴¹⁾, à chaque niveau d'un critère d'appréciation et dans chaque situation, les agents d'environnement correspondants, leurs valeurs, les dispositions contractuelles pour actualiser ces valeurs au cours des phases ultérieures (en particulier pour certaines situations où les niveaux donnés sont intimement liés au choix de conception de la responsabilité de l'industriel),
- donner les éléments utiles à la classification en domaines d'environnement où le fonctionnement (ou le stockage) du matériel est normal, limite et extrême et ceci à chaque niveau d'un critère d'appréciation de chaque fonction technique,
- donner pour chaque fonction technique et en regard de chaque valeur spécifiée (ou déduite des valeurs spécifiées), la valeur retenue ⁽⁴²⁾ correspondante (le passage de l'une à l'autre se faisant par l'application du coefficient de garantie),
- spécifier les besoins en critères de dimensionnement du matériel à l'environnement, accompagnés des fonctions de service ou techniques concernées, les critères d'appréciation correspondants avec leurs niveaux et leurs limites d'acceptation ⁽⁴³⁾, pour chaque situation du Profil de Vie considérée et la variabilité ⁽⁴⁴⁾ attendue des critères d'appréciation aux agents d'environnement caractérisant ces situations,
- estimer les effets vraisemblablement induits par les choix de conception dans la détermination des valeurs des agents d'environnement (agents d'environnement induits par les entités réalisant les fonctions techniques et les choix d'architecture correspondants : effets de proximité, effets mutuels, interactions dynamiques entre le matériel et son support et/ou porteur),

NOTES ET COMMENTAIRES

(renvois de la page précédente)

- (40) *Définition du produit : Ensemble d'informations relatives aux caractéristiques fonctionnelles et physiques d'un produit, nécessaires pour l'identifier, le produire, l'utiliser, le soutenir, gérer sa configuration, le retirer du service.*
- Note 1 : Les informations appelées « données de définition » sont contenues dans le dossier de définition qui décrit « l'état défini du produit »*
- Note 2 : Les caractéristiques physiques décrivent matériellement le produit, les caractéristiques fonctionnelles correspondent aux performances attendues du produit.*
- BNAE RG Aéro 000 14A : Définition d'un produit - Guide pour l'élaboration du Dossier de Définition*
- (41) *Fonction technique (NF X 50 -150): action interne au matériel (entre ses constituants), choisie par le concepteur - réalisateur, dans le cadre d'une solution, pour assurer des fonctions de service.*
- (42) *Les valeurs spécifiées de l'environnement dans la STB sont la référence de base du contrat. Par contre, à cause de la variabilité des performances du matériel réalisé et de la variabilité de l'environnement du profil de vie, il est nécessaire de « retenir » des valeurs différentes pour le développement du matériel: ce sont les « valeurs retenues ».*
- (43) *Limite d'acceptation (NF X 50 -150) : niveau de critère d'appréciation au-delà duquel, ou en-deça suivant le cas, le besoin est jugé non satisfait.*
- (44) *Variabilité : terme non défini de manière formelle. La variabilité est la caractéristique qu'a un élément de prendre des valeurs différentes à l'intérieur d'un ensemble répondant à des lois de distribution statistique. On parle ainsi de la variabilité de la résistance d'un matériel à l'environnement et également de la variabilité de l'environnement.*
- (45) *Il s'agit d'utiliser les lois de comportement dans le temps des différents constituants du matériel, soit matériaux de base, soit assemblages, vis à vis de chaque agent d'environnement.*

-
- rappeler la probabilité de défaillance acceptée pour chaque critère d'appréciation considéré vis-à-vis de chaque agent d'environnement (ou du paramètre qui le caractérise) auquel il est sensible,
 - lister les critères pertinents pris en compte pour la conception afin de réduire la sensibilité des critères d'appréciation du matériel réalisé aux dégradations liées à l'environnement (usure, vieillissement des matériaux ⁽⁴⁵⁾, conditions d'emploi),
 - fournir aux autres disciplines les éléments nécessaires à leur action (p.e. l'ergonomie, etc.),
 - lister des procédés de fabrication pouvant induire des risques de sensibilité du matériel à l'environnement du Profil de Vie et identifier les contrôles particuliers recommandés (contrôle statistique des procédés, ...),
 - préciser le cycle de vie du matériel tel qu'il est perçu à ce stade du développement,
 - examiner la conformité des matières et procédés employés vis à vis de la réglementation existante sur les risques industriels et les nuisances écologiques, les possibilités de recyclage, etc.,
 - fournir tous les éléments relatifs aux résultats de ces actions sous une forme pratique à introduire dans le DD.

3.5.1.2 Éléments Environnement concernant la définition des validations à effectuer (calculs, simulations, essais) - Qualification du matériel en environnement

Ces éléments (paragraphe, pages, fiches ou annexes) sont le résultat des actions de définition des validations liées à l'environnement - dont la définition des essais en environnement (y compris les essais aggravés) - sur la base des spécifications de besoin correspondantes figurant dans les éléments généraux du DD.

Dans le cas d'une absence d'action de validation, ces actions consistent à:

- lister les objectifs de validation non couverts par une démonstration.

Dans le cas où la démonstration est un calcul ou une simulation, ces actions consistent à:

- lister les actions de validation couvrant chaque objectif de validation (le type de démonstration choisi dépend du coût de la validation et du degré d'innovation du matériel en développement).
- lister les situations du Profil de Vie et les configurations correspondantes du matériel couvertes par un calcul ou une simulation,
- lister les données d'entrée et leur identification,
- donner les valeurs attendues de la variabilité du matériel aux agents d'environnement considérés dans ces démonstrations,
- lister les résultats de ces calculs et simulations avec leur identification.

NOTES ET COMMENTAIRES

- (46) *GAM-EG-13 : Généralités, Fascicules d'essai et Guides de choix*
- AFNOR NF X 07 - 144 - 1 : Essais en environnement - Partie 1 : Bases de la démarche : Personnalisation du produit à son environnement*
- AFNOR FD 07-144 - 2 : Conception et réalisation des essais - Essais en environnement - Coefficient de garantie*
- AFNOR FD X 07 - 144 - 3 : Conception et réalisation des essais - Essais en environnement - Partie 3 : Facteur d'essai*
- AFNOR NF X 07-143 : Pertinence et représentativité des essais*
- AFNOR XP X 07 -145 - 1 : Conception et réalisation des essais - Représentativité du spécimen - Partie 1 : Cas de la conception*
- AFNOR XP X 50 - 145 - 2 : Conception et réalisation des essais - Partie 2 : Représentativité du procédé d'essai*

Dans le cas où la démonstration est un essai en environnement ⁽⁴⁶⁾ , ces actions consistent à:

- émettre une spécification du besoin en essais comportant :
 - la liste :
 - des fonctions de service (ou techniques) que l'essai doit valider,
 - des critères d'appréciation, de leurs niveaux et de leurs limites d'acceptation,
 - des situations du Profil de Vie que l'essai doit représenter,
 - des valeurs attendues de la variabilité du matériel aux agents d'environnement caractérisant les situations ci-dessus (valeur et niveau de confiance associé),
 - du nombre de fois que chaque type d'essai envisagé sera appliqué successivement à des représentants respectifs d'une même définition du matériel,
 - des éléments de justification de la pertinence des actions de validation et les résultats sur lesquels ils se fondent pour ce qui concerne les fonctions techniques (cf DJD pour ce qui concerne les fonctions de service),
 - la définition de la sévérité de l'essai. Cette définition suppose la démarche suivante :
 - synthèse des agents d'environnement à simuler à partir des caractérisations des agents d'environnement retenus, en utilisant les méthodes de synthèse propres à chaque agent; on prendra également en compte les effets particuliers résultant d'une combinaison de plusieurs agents d'environnement,
 - transformation de l'environnement synthétisé en sévérité d'essai par la prise en compte :
 - a. du facteur d'essai,
 - b. des limitations imposées par les moyens d'essai (combinaison réalisable d'agents d'environnement, critères d'appréciation, etc.),
 - c. des modes opératoires existant dans les normes (assurant la reproductibilité des essais),
 - d. de l'état de la maîtrise de l'art dans la simulation de l'environnement considéré,
 - e. éventuellement, des sévérités préférentielles proposées par les normes,

-
- le besoin éventuel d'essais aggravés en environnement, permettant d'explorer les marges sur les critères d'appréciation et de les accroître en éliminant les causes de défaut corrigibles,
 - la justification :
 - de la variabilité de l'environnement pris en compte à la fois pour l'établissement des critères de dimensionnement et pour les sévérités d'essai,
 - que la définition des critères de dimensionnement à l'environnement répond bien à la spécification correspondante,
 - que la définition des essais en environnement répond bien à la spécification correspondante, en particulier :
 - type, nombre et mode opératoire des essais retenus,
 - choix du moyen d'essai,
 - de la conformité de l'environnement réel prévu ou effectivement rencontré avec l'environnement spécifié,
 - de la vérification de l'existence et du contenu des documents d'essai (programmes, procédures, procès-verbaux, comptes-rendus, etc.),
 - de la validité des données d'essais en environnement (Banques de Données).

3.5.1.3 Eléments Environnement concernant l'exécution des validations (calculs, simulations, essais)

Ces éléments (paragraphe, pages, fiches ou annexes) sont le résultat des actions concernant la réalisation proprement dite des démonstrations nécessaires à la mise au point et à la qualification du matériel.

Dans le cas où la démonstration est un essai en environnement, ces actions sont :

- examiner la demande d'essais comportant :
 - ⇒ le but de l'essai,
 - ⇒ le principe et la méthode retenus,
 - ⇒ les données d'entrée,
 - ⇒ les sévérités,
 - ⇒ le comportement attendu du spécimen en essai,

(47) *BNAE RG Aéro 000 11 : Qualité des essais*
BNAE RG Aéro 000 33 : Logique de traitement des incidents dans le cadre d'un programme

-
- ⇒ les risques présentés pour le personnel et le moyen d'essai,
 - ⇒ les mesures et contrôles,
 - ⇒ le traitement et l'exploitation,
 - ⇒ les conditions économiques et le calendrier,
 - négocier les conditions économiques de l'essai,
 - accepter le contrat ou la commande de la part du client,
 - préparer l'essai en prenant en compte :
 - ⇒ le dispositif d'essai,
 - ⇒ la sécurité des personnes,
 - ⇒ l'adaptation et validation de l'ensemble d'essais et des liaisons,
 - ⇒ la mise en place des mesures associées,
 - ⇒ le traitement des mesures,
 - ⇒ la sauvegarde du spécimen,
 - ⇒ les documents contractuels liés à l'essai,
 - rédiger le mode opératoire de l'essai,
 - conduire l'essai avec :
 - ⇒ le suivi du mode opératoire,
 - ⇒ la prise en compte éventuelle d'incidents et leur traitement ⁽⁴⁷⁾,
 - ⇒ la clôture de l'essai,
 - exploiter l'essai avec :
 - ⇒ les mesures recueillies et disponibles,
 - ⇒ le traitement des données,
 - fournir au client les documents contractuels.

3.5.1.4 Eléments Environnement concernant les résultats de ces validations

Le résultat (paragraphe, pages, fiches ou annexes), permettant d'arriver au Dossier de Définition d'un matériel qualifié en regard de la Spécification Technique de Besoin (STB) , prendra place soit dans le Dossier Justificatif de Définition (DJD voir paragraphe suivant), soit dans d'autres dossiers spécifiques :

- dossiers de calcul, d'analyse, de comparaison,

NOTES ET COMMENTAIRES

*Pour mémoire, le DJD, validant la définition du matériel au **regard de la STB**, rassemble les éléments suivants :*

- *rappel de la liste des fonctions de service avec leur identification et les actions de validation retenues correspondantes,*
- *justification de la pertinence de chaque action de validation (y compris les impasses),*
- *rappel de la liste des moyens de démonstration utilisés et leur identification (codes de calcul, modèles de simulation validés, ...),*
- *justification des valeurs retenues pour caractériser la variabilité de chacune des performances du matériel,*
- *rappel de l'identification du niveau d'assemblage auquel s'applique la démonstration,*
- *rappel de l'identification des données d'entrée (nature, amplitude de la sollicitation),*
- *rappel des résultats de ces démonstrations (y compris les faits techniques).*

(48) BNAE RG Aéro 000 15 : Justification de la Définition - Guide pour l'élaboration du Dossier de Justification de la définition

-
- regroupement des données de conduite d'essai (programme, procédure, Procès-verbal, Compte-rendu d'essai, Rapport d'essai),
 - comptes-rendus de la façon dont ces critères de dimensionnement du matériel dans la conception, les procédés de fabrication et/ou les conditions d'utilisation liées à l'environnement ont été effectivement pris en compte,
 - état des validations acquises et de celles qui restent à acquérir (et en particulier celles qui ne peuvent être obtenues qu'au début de la phase d'utilisation),
 - conclusion de l'ensemble des démonstrations réalisées permettant de définir le domaine d'emploi démontré (vis à vis de l'environnement).
 - Si, au cours du développement, le maintien en l'état de la STB s'avère impossible, une proposition de restriction des conditions d'emploi et/ou de modification de la STB devra être effectuée, en prenant en compte le rapport coût - efficacité du matériel recherché.

3.5.2 Dossier Justificatif de la Définition (DJD)

Eléments Environnement à intégrer dans le Dossier Justificatif de la Définition (DJD) du matériel

Ces éléments (paragraphe, pages, fiches ou annexes) ⁽⁴⁸⁾ sont le résultat des actions suivantes :

- rappeler les objectifs de validation au regard de la STB avec leur identification, en rapport avec l'environnement,
- rappeler les probabilités de défaillance acceptée pour chaque performance de chaque fonction technique en regard des environnements auxquels elle est sensible,
- rappeler les actions de validation couvrant chaque objectif de validation. Le type de démonstration choisi dépend du degré d'innovation du matériel en développement :
 - ⇒ des comparaisons et/ou calculs réalisés à l'aide de modèles de comportement validés par l'expérience (dans le cas de matériels sans nouveauté significative au niveau de la conception, des technologies utilisées, des procédés de fabrication ou des conditions d'emploi),
 - ⇒ des essais, des simulations avec éléments réels ou des impasses justifiées (dans le cas contraire),
- intégrer les retours d'expérience et modifications de la définition pour aboutir à des essais de qualification passés avec succès,
- fournir tous les résultats de ces actions sous une forme pratique à introduire dans le DJD.

Dans le cas où la démonstration est un essai en environnement :

- identifier la spécification ou la procédure d'essais,

NOTES ET COMMENTAIRES

Pour mémoire, le **dossier de fabrication et de contrôle** s'élabore au fur et à mesure de la phase de développement/ industrialisation de manière à être disponible en début de phase de production. Il a pour objet de définir et d'organiser les moyens et les tâches du processus de production et du processus d'acceptation permettant de démontrer tout au long de la phase de production, la conformité de l'état réel de chaque exemplaire à l'état défini de référence du matériel.

Pour la partie fabrication, Il comporte :

- l'identification des ressources nécessaires au processus de production du matériel (système et système de soutien) : investissements, ressources humaines, etc.,
- l'identification et l'organisation de la production elle même : approvisionnements, préparation, sous-traitance, etc.,
- la mise en place des procédures pour réaliser, manutentionner, stocker, conditionner et livrer le matériel,
- les dispositions prises pour donner l'assurance que toutes les opérations ont été réalisées conformément aux procédés validés, au DD, etc.,
- la fourniture des matériels (système et système de soutien),
- le suivi en cas d'évolution du DD.

Pour la partie contrôle, il se compose :

- du plan de contrôle,
- du synoptique de contrôle permettant en particulier de situer les tâches du processus d'acceptation dans le processus de production,
- de la liste des instruments de contrôle, spécifiques ou non,
- des systèmes documentaires associés aux appareils de contrôle spécifiques permettant de définir, de valider, de réaliser, de gérer, d'utiliser et de soutenir ces appareils spécifiques,
- de la référence aux procédures de traitement des anomalies,
- de la définition du processus d'acceptation établi dans le cadre des relations client - fournisseur.

(49) BNAE RG Aéro 000 12 : Dossier de Fabrication et de Contrôle (en cours 1998)

(50) Le profil de vie utilisé dans les STB, DD, DJD concerne la vie du produit à partir de son acceptation par le client, c'est à dire le plus souvent à partir de la sortie d'usine.

-
- fournir les éléments de justification de la pertinence des actions de validation et les résultats sur lesquels ils se fondent pour ce qui concerne les fonctions de service,
 - justifier la variabilité de l'environnement pris en compte, à partir de l'environnement réel prévu ou effectivement rencontré, à la fois pour l'établissement des critères de dimensionnement et pour les sévérités d'essai,
 - justifier que la définition des critères de dimensionnement à l'environnement répond bien à la spécification correspondante,
 - justifier que la définition des essais en environnement répond bien à la spécification d'essais correspondante, en particulier :
 - type, nombre et principe des essais retenus,
 - choix du moyen d'essai,
 - sévérité et mode opératoire de l'essai, à partir de :
 - la synthèse de la nature et des valeurs des agents d'environnement à simuler, du coefficient de garantie et du facteur d'essai retenus,
 - des limitations imposées par les moyens d'essai (combinaison réalisable d'agents d'environnement, critères d'appréciation, etc.),
 - des modes opératoires existant dans les normes (assurant la reproductibilité des essais),
 - de l'état de la maîtrise de l'art dans la simulation de l'environnement considéré,
 - éventuellement, des sévérités préférentielles proposées par les normes,
 - vérifier l'existence et le contenu des documents d'essai (programmes, procédures, procès-verbaux, comptes-rendus, etc.).

3.5.3 Dossier de Fabrication et de Contrôle (DFC)

3.5.3.1 Eléments Environnement à intégrer dans le Dossier de Fabrication et de Contrôle (DFC) du matériel

Ces éléments (paragraphe, pages, fiches ou annexes) ⁽⁴⁹⁾ résultent des actions définies ci-dessous.

Dans le cadre de la partie fabrication du DFC, les actions environnement sont les suivantes :

- identifier l'ensemble des situations rencontrées en production y compris celles relatives aux différents approvisionnements et mener l'ensemble de la démarche de la même manière que cela a été réalisé pour le profil de vie proprement dit ⁽⁵⁰⁾ ,

NOTES ET COMMENTAIRES

(51) La nature des agents d'environnement concerne ceux qui sont significatifs pour le produit concerné. Ce sont principalement vibrations température, humidité, chocs, etc.

(52) La capabilité se définit comme le rapport entre la performance demandée (de la machine ou du procédé suivant le cas) et la performance réelle

(53) Il convient de s'assurer que les séquences d'essai retenues ne conduisent pas à une accumulation d'essais non représentatifs (par exemple échauffement d'élastomères).

-
- estimer les agents d'environnement et leurs valeurs liées au processus de production,
 - analyser la liste des critères pertinents retenus dans la conception et les procédés de fabrication, afin de réduire la sensibilité des critères d'appréciation du matériel réalisé aux dégradations liées à l'environnement (usure, vieillissement des matériaux ⁽⁵¹⁾, conditions d'emploi),
 - lister les capacités ⁽⁵²⁾ des outils et procédés de production pouvant agir sur la variabilité de la résistance des performances du matériel aux agents d'environnement,
 - analyser la liste des procédés de fabrication pouvant induire des risques de sensibilité du matériel à l'environnement rencontré dans sa vie active et identifier les contrôles particuliers recommandés (contrôle statistique des procédés, ...),
 - examiner les incidences du processus de production vis à vis des règlements et nuisances écologiques,
 - valider les actions de déverminage éventuel faisant intervenir des agents d'environnement,
 - élaborer les éléments liés à l'environnement à introduire dans les documents du processus de production :
 - nomenclatures et gammes de fabrication,
 - liste des outillages spécifiques et des moyens d'essai en environnement, intégrés ou non en chaîne de production,
 - systèmes documentaires associés à ces outillages et moyens permettant leur définition, leur acquisition, leur mise en place (dont la réception), leur mise en oeuvre, leur gestion technique, administrative, économique et leur maintien à niveau,
 - documents de lancement en production (cycle d'approvisionnement et de fabrication, graphe d'enclenchement des tâches, etc.).

Dans le cadre de la partie contrôle du DFC, les actions environnement sont les suivantes :

- choisir les essais (nature des agents d'environnement, sévérités d'épreuve, durée d'épreuve, mesures associées),
- proposer les matériels retenus sur lesquels effectuer les essais (essais unitaires, prélèvements de lot, etc.),
- déterminer l'ordre chronologique des opérations (séquences d'essais et de vérifications de fonctionnement) ⁽⁵³⁾.
- participer à l'élaboration des éléments de définition des opérations d'acceptation en production résultant d'une négociation. Client - fournisseur.

NOTES ET COMMENTAIRES

(54) *Le plan d'expérience est une méthode d'optimisation des paramètres d'un produit avant le début de la fabrication en série. Il consiste à faire un choix ciblé des combinaisons de paramètres d'essai et de spécimens en utilisant des méthodes de statistique mathématique.*

Dans ce cadre, vu du côté du client, les éléments de négociation sont fonction de certains critères (degré de nouveauté, complexité, faits techniques provenant de la qualification, etc.).

Il est à noter que ces opérations n'ont pas pour but de justifier le respect de la STB et peuvent donc être différents de ceux mis en œuvre au cours du développement.

Ils consistent à:

- rechercher (éventuellement à l'aide de plans d'expérience)⁽⁵⁴⁾ les caractéristiques à surveiller en production,
- identifier les méthodes de surveillance de ces caractéristiques (éventuellement contrôle statistique de procédés) pour suivre l'évolution du processus de production,
- utiliser les résultats des mesures réalisées en production pour recalibrer certains modèles,
- exprimer des recommandations en matière de consommation de durée de vie du matériel entraînée par les différents contrôles et déverminage,
- effectuer une dernière opération globale avant la prise en compte par le client permettant de vérifier l'absence d'anomalies notables au stade final, en particulier lorsque le matériel est associé à d'autres éléments d'un système : interfaces mécaniques et connectique, CEM par exemple.

Du côté du fournisseur, les éléments de négociation sont :

- relater l'expérience acquise dans l'élaboration du matériel,
- faire état de l'acquit en matière de compromis entre l'efficacité de certains contrôles et/ou déverminage et la consommation de durée de vie,
- utiliser l'état des contrôles répartis en cours de production,
- utiliser la prise en compte des faits techniques et des retours d'expérience.

Néanmoins, un certain nombre d'opérations non contractuelles sont de l'intérêt du fournisseur, par exemple l'état du retour d'expérience en production conduisant à la validation des hypothèses de variabilité des performances vis à vis de l'environnement prises en compte dans le DJD.

Pour les matériels faisant l'objet d'une réception unitaire, la sévérité des essais doit avoir une incidence acceptable sur la durée de vie du matériel. Plusieurs solutions sont utilisées :

- sévérité identique à celle de qualification mais durée réduite,
- sévérité et durée inférieurs à celles retenues en qualification,
- sévérité et durée spécifiques d'une technologie donnée.

Pour ceux faisant l'objet d'un prélèvement de lot et de type « monocoup » les niveaux de qualification sont en général utilisés.

NOTES ET COMMENTAIRES

Pour mémoire, les **documents utilisateurs** sont élaborés au cours de la phase développement/industrialisation pour être remis à l'utilisateur final en même temps que le matériel. Ils sont validés ou amendés au vu du retour d'expérience de l'utilisation opérationnelle, parmi ceux-ci, on peut citer :

- Documentation de mise en œuvre (guide technique).
- Documentation d'entretien et de réparation (notice de fonctionnement, manuel de maintenance niveaux 1 et 2, documents de maintenance niveau 3).
- Documentation de ravitaillement (liste d'articles de ravitaillement associée, catalogue illustré).
- Cette documentation peut se présenter sous les formes les plus variées (papier, optique ou informatique).

(55) Instruction IM 800/EMAT/Etudes

AECMA 1000D : Documentation utilisateur

On peut citer également (RG Aéro 000 40) :

- documentation d'exploitation
- documentation de maintenance
- documentation de ravitaillement
- documentation de formation concernant les exploitants, les réparateurs et les ravitailleurs

(56) Une sensibilisation des utilisateurs à l'influence sur les matériels, des différents agents d'environnement est à faire, car elle permettra de bien définir les précautions à prendre et les dispositions minimales à observer pour un usage optimum du matériel y compris à l'aspect environnement écologique.

(57) BNAE RG Aéro 000 23 : Management de Programme - Guide pour la mise en œuvre des principes de la gestion de configuration

Pour mémoire, les grands choix concernant le **démantèlement, la destruction, le stockage, la transformation ou encore la réutilisation** dans le cadre d'autres programmes, résultent directement de la nature et de la composition des matériaux utilisés dans la définition.

Les éléments, une fois négociés, prennent place dans le Dossier de Fabrication et de Contrôle (DFC).

3.5.4 Documents Utilisateur

3.5.4.1 Eléments Environnement à intégrer dans les Documents Utilisateur du matériel

Ces éléments (paragraphe, pages, fiches ou annexes) résultent de l'examen sous l'angle Environnement de la Documentation utilisateur⁽⁵⁵⁾. Il convient de :

- valider la conformité des instructions d'emploi avec le Profil de Vie initial défini dans la STB),
- recommander une sensibilisation des utilisateurs aux aspects « Environnement » liés à l'emploi du matériel lors de leur formation⁽⁵⁶⁾,
- vérifier la conformité au profil de vie prévu, de toutes les actions liées au Soutien Logistique Intégré (SLI) incluant les conditions de manutention, transport (y compris la sécurité) et de stockage des articles de ravitaillement⁽⁵⁷⁾,
- s'assurer de la mise en place des méthodes et des moyens de maintenance liés à l'environnement, ainsi que de leur validation pour assurer les objectifs de disponibilité,
- gérer tous les éléments de retour d'expérience en relation avec l'environnement permettant de conforter ou recalibrer les modèles utilisés lors de la définition du matériel.

3.5.5 Documents de retrait de service

3.5.5.1 Eléments Environnement à intégrer dans les dossiers de retrait de service

Ces éléments (paragraphe, pages, fiches ou annexes) résultent des actions suivantes :

- préciser les exigences de la réglementation concernant la sécurité des personnes, la sauvegarde des biens et les nuisances écologiques, vis à vis des matériaux, composants, constituants du matériel lors des opérations d'élimination ou de recyclage, de stockage des déchets ultimes, etc.,
- analyser les différents processus industriels et leurs coûts respectifs pour le traitement des matériaux sensibles,
- proposer les meilleures solutions économiques aux problèmes rencontrés.

Des actions de validation (calculs, simulations, essais) liées à l'environnement peuvent aussi intervenir dans cette phase :

- pour valider certaines opérations préconisées en emploi ou en soutien,
- pour compléter la connaissance de certains processus (vieillesse en service par exemple).

NOTES ET COMMENTAIRES

Pour mémoire, la **phase de production** est initialisée par une décision du Ministre ou de la DGA, au vu du Dossier de Lancement en Production (DLP). Les travaux industriels consistent, en utilisant le Dossier de Fabrication et de Contrôle (DFC) du matériel, élaboré au cours de la phase de développement, à réaliser et fournir à l'utilisateur les matériels commandés en conformité avec le dossier industriel qualifié (DD + DFC).

- Elle comporte les éléments suivants :
- vérification de l'identification, de la mise en place et de la validation des moyens, outillages, procédés, etc.,
- utilisation des moyens et des méthodes de production industrielle en vérifiant les résultats apportés par les outils méthodologiques habituels appliqués à cet objet comme par exemple l'analyse fonctionnelle, l'analyse de la valeur, les arbres de défaillance, etc.,
- mise en place des opérations de maintenance sur les moyens de production,
- fabrication des matériels incluant les approvisionnements nécessaires,
- fourniture des matériels par l'intermédiaire du processus d'acceptation ⁽⁵⁸⁾.

(58) Le processus d'acceptation (RG Aéro 000 40) est l'ensemble des tâches qui concourent à fournir les preuves que chaque exemplaire du produit réalisé est conforme au produit défini dans sa configuration applicable à la production.

3.6 Stade de Réalisation - Phase de Production

La production comporte le processus de production lui-même et le processus d'acceptation.

L'Environnement est impliqué, soit dans le processus de production lui-même (définition et mise en place de moyens (y compris ceux liés à la sécurité), manutentions inter-opérations, contrôles partiels, intégration, stockage, emballage, déchets, nuisances écologiques, etc.), soit dans le processus d'acceptation ⁽⁵⁸⁾, le plus souvent à travers des essais (mécaniques, climatiques, électriques et électromagnétiques, etc.) en chaîne de production ou « in situ ».

3.6.1 Actions spécifiques Environnement dans le processus de production

Ces actions concernent le suivi et la mise à hauteur des éléments définis dans le Dossier de Fabrication élaboré en phase de développement, en prenant en compte le retour d'expérience de fabrication.

Pour les essais faisant intervenir l'Environnement, il convient de :

- analyser la définition du produit attendu ou des écarts par rapport à la définition primitivement retenue en développement,
- vérifier la conformité des méthodes et moyens (dont les outillages et moyens d'essai),
- s'assurer de la mise en place et de la qualification de l'outil industriel liée à l'environnement,
- vérifier le choix des essais (nature des agents d'environnement, sévérités d'épreuve, durée d'épreuve, mesures associées),
- bien identifier les matériels retenus sur lesquels effectuer les essais (essais unitaires, prélèvements de lot, etc.),
- s'assurer de la cohérence de l'ordre chronologique des opérations (séquences d'essais et de vérifications de fonctionnement),
- s'assurer de la validité de la sévérité des essais et de leur conformité avec l'objectif de l'essai.

Pour la mise à jour du Dossier de Fabrication, il sera utile de vérifier et/ou de compléter les :

- nomenclatures et gammes de fabrication,
- listes des outillages spécifiques et des moyens d'essai en environnement, intégrés ou non en Chaîne de Production,
- systèmes documentaires associés à ces outillages et moyens permettant leur définition, leur acquisition, leur mise en place (dont la réception), leur mise en oeuvre, leur gestion technique, administrative, économique et leur maintien à niveau,
- documents de lancement (cycle d'approvisionnement et de fabrication, graphe d'enclenchement des tâches, etc.).

Pour mémoire, la **phase d'utilisation** est initialisée par la décision du Chef d'Etat Major de « Mise en Service Opérationnel ». Les travaux ont pour objet de mettre en service et soutenir le système et les moyens nécessaires à l'exécution des missions opérationnelles.

L'utilisateur final opérationnel assure les actions suivantes :

- s'appuie sur les documents techniques élaborés avec sa participation au moment de la phase de développement,
- applique les concepts de mise en œuvre, soutien, moyens d'instruction,
- réalise certains essais techniques,
- assure des évaluations et expérimentations,
- met en place des règles d'utilisation et d'organisation du soutien logistique,
- décide de la mise en service opérationnel.

Tout au long de la vie utile du matériel, l'utilisateur :

- s'assure de la pérennité des éléments de soutien (documentation technique, approvisionnements, moyens d'emballage, manutention, stockage, transport, équipements de test et de soutien, maintenance, moyens de soutien des ressources informatiques, infrastructures nécessaires, personnels nécessaires et moyens de formation du personnel,
- maintient la cohérence entre les matériels et leurs éléments,
- gère la définition et la configuration d'emploi,
- assure le retour d'expérience de l'emploi opérationnel.

3.6.2 Actions spécifiques Environnement dans le processus d'acceptation :

Ces actions concernent la réalisation et le suivi d'essais.

Elles apparaissent tout au long du processus de production et impliquent des démonstrations qui sont le plus souvent des essais (essais en laboratoire et essais « in situ »).

Le processus d'acceptation vient naturellement clore le contrat client - fournisseur. L'utilisateur final opérationnel peut ne pas être le client au sens juridique du terme, par contre il intervient :

- à chaque phase du programme, dans l'équipe intégrée programme,
- dans certains travaux d'essais ou d'évaluation, qu'il réalise, en particulier « in situ ».

Dans cette phase de production, certaines actions de validation (calculs, simulations, essais) liées à l'environnement peuvent également intervenir dans cette phase :

- contrôles inter-opérations en chaîne de production,
- modifications de définition entraînées par des améliorations technologiques ou autres.

3.7 Stade et Phase d'Utilisation

3.7.1 Actions spécifiques Environnement lors de l'utilisation opérationnelle du matériel

Ces actions concernent le suivi du retour d'expérience constitué par les anomalies et faits techniques rencontrés en utilisation. Elles peuvent aussi éventuellement consister en la réalisation de démonstrations.

Il convient de :

- vérifier la conformité des conditions effectives d'emploi au profil de vie prévu ainsi que l'existence et la pertinence des situations du profil de vie sous tendues par le Soutien Logistique Intégré (SLI) incluant les conditions de manutention, transport (y compris la sécurité) et de stockage des articles de ravitaillement,
- surveiller l'application des différentes dispositions identifiées comme étant liées à l'environnement dans la Documentation Utilisateur,
- s'assurer de la sensibilisation des utilisateurs et personnels de soutien aux aspects « Environnement » liés à l'emploi du matériel lors de leur formation,
- s'assurer de la mise en place des méthodes et des moyens de maintenance, utilisant des moyens d'essai en environnement ainsi que de leur validation pour assurer les objectifs de disponibilité,
- gérer tous les éléments de retour d'expérience liés à l'environnement, permettant de conforter ou recalculer les modèles utilisés lors de la définition du matériel, de manière à déceler le plus tôt possible les écarts entre les hypothèses envisagées et les résultats constatés en utilisation (temps moyen de réparation, niveau de compétence des personnels, constitution et optimisation des stocks, délais administratifs et logistiques,

NOTES ET COMMENTAIRES

Pour mémoire, la phase de **Retrait de Service** débute par la « Décision de Retrait de Service » promulguée par le Chef d'Etat Major. Les travaux consistent à préparer et réaliser, de façon coordonnée et conformément aux dispositions réglementaires en vigueur, la cessation totale ou partielle d'utilisation du système et le démantèlement des matériels et des moyens associés. On distingue les opérations suivantes :

- retrait du service,
- réutilisation totale ou partielle d'éléments constitués (p.e pièces de rechange),
- démantèlement en tenant compte des réglementations en vigueur quant aux matériels obtenus,
- traitement des déchets, valorisation,
- concentration des déchets jusqu'aux déchets ultimes,
- stockage de ces déchets ultimes, entretien et traçabilité.

- s'assurer de la prise en compte effective du retour d'expérience dans le traitement des faits techniques.

Dans cette phase d'utilisation, certaines actions de validation (calculs, simulations, essais) liées à l'environnement peuvent aussi intervenir pour :

- comprendre et remédier à des anomalies ou incidents rencontrés en service,
- compléter la connaissance de certains processus (vieillesse en service par exemple).

3.8 Stade Utilisation - Phase de Retrait du Service du matériel

3.8.1 Actions spécifiques Environnement lors du retrait de service du matériel

Ces actions concernent la sous-traitance et le suivi des opérations de démantèlement.

Les choix techniques et économiques concernant le démantèlement, la destruction, le stockage, la transformation ou encore la réutilisation dans le cadre d'autres programmes ont reçu un début de réponse lors de la définition du produit. Par contre, vu le nombre d'années important qui s'est écoulé depuis (la vie du matériel), il convient :

- d'actualiser et de préciser les exigences de la réglementation concernant la sécurité des personnes, la sauvegarde des biens et les nuisances écologiques, vis à vis des matériaux, composants, constituants du matériel à démanteler, que ce soit lors des opérations de valorisation, de recyclage, ou d'élimination et de stockage des déchets ultimes, etc.,
- participer aux choix des processus utilisés et des industriels spécialisés dans ces techniques,
- fournir tous les éléments à intégrer dans les dossiers techniques et administratifs correspondants.

Il est souhaitable que cette phase donne lieu à une synthèse des éléments liés à l'environnement dans le cadre du programme (performances réalisées, profil réel d'utilisation, situations rencontrées, données d'environnement réel relevées, faits techniques, etc.). Cette démarche s'inscrit dans le cadre du retour d'expérience et pourra servir à améliorer la maîtrise de nouveaux programmes.

Dans cette phase de retrait de service et de démantèlement, des actions de validation (calculs, simulations, essais) liées à l'environnement peuvent aussi intervenir pour :

- rechercher des moyens d'élimination et de dénaturation des matériels issus du démantèlement,
- vérifier l'impact réel d'une solution envisagée,
- mettre au point le processus retenu.

NOTES ET COMMENTAIRES

(59) *Une tâche est la description (RG Aéro 000 40) de ce qu'il convient d'accomplir, dans des conditions fixées, pour obtenir un résultat attendu et identifié.*

4. DISPOSITIONS D'ORGANISATION POUR ASSURER LA PRISE EN COMPTE DE L'ENVIRONNEMENT DANS UN PROGRAMME

L'application de la démarche dans le management de programme conduit à introduire les tâches ⁽⁵⁹⁾ impliquant l'Environnement dans les travaux généraux du Programme. L'application à des documents précis figure en annexe.

4.1 Les Tâches spécifiques Environnement dans un Programme

Les tâches Environnement concernent à la fois l'animation des actions liées à la prise en compte de l'environnement, l'élaboration de documents, l'application et la réalisation de leur contenu :

Tâches liées à la conduite du Programme :

- Animer le déroulement des tâches Environnement et rendre compte de leur avancement.
- Participer à l'élaboration des documents suivants :
 - Plan de Développement (RG Aéro 000 42).
 - Organigramme des Tâches (RG Aéro 000 30).
 - Plan de Soutien Logistique intégré (RG Aéro 000 76).
 - Plan de Production (RG Aéro 000 43).
 - Gestion de configuration (RG Aéro 000 23).
 - Maîtrise des coûts (RG Aéro 000 61).
 - d'autres documents comme le Plan de Qualification, le Plan de Prise en Compte de l'Environnement, le plan justificatif de la définition (AQ 916), le plan directeur des essais (AQ 916), etc...
- Participer aux Revues de Programme faisant intervenir l'Environnement (RG Aéro 000 40).
- Participer à la Maîtrise des coopérants (RG Aéro 000 40).
- Participer au retour d'expérience et à l'exploitation des faits techniques (RG Aéro 000 40).

4.1.1 Tâches liées à la Conception du matériel (Préparation, Faisabilité, Définition du besoin):

- Identifier les différentes « Situations » du Profil de Vie du matériel liées aux conditions opérationnelles d'emploi prévues, ainsi que celles du cycle de vie correspondant aux différents « états » du matériel.
- Caractériser chaque situation du Profil de Vie par les agents d'environnement significatifs et/ou pertinents.
- Déterminer les valeurs de chacun des agents d'environnement spécifiés.

-
- Identifier la ou les fonctions requises dans chaque situation du Profil de Vie dans les conditions opérationnelles d'emploi (système principal et système de soutien).
 - Identifier l'incidence de l'environnement rencontré pour accomplir la mission et le soutien sur les fonctions de service demandées et les fonctions techniques à réaliser par le matériel.
 - Identifier les critères d'appréciation, les niveaux de ces critères, la limite d'acceptation de ces niveaux de chaque fonction en relation avec l'environnement.
 - Regrouper et identifier tous les éléments utiles permettant de classer, pour chaque critère d'appréciation de chaque fonction, les domaines d'environnement où le fonctionnement (ou le stockage) est normal, limite et extrême.
 - Participer, pour la part Environnement, à l'élaboration des documents programme:
 - Cahier des Charges Fonctionnel (CdCF : NF X 50-151).
 - Spécification Technique de Besoin (STB : RG Aéro 000 08).

4.1.2 Tâches liées à la Réalisation du matériel (Développement/Industrialisation, Qualification, Production Industrielle, Acceptation) :

- Analyser la liste des entités participant à la réalisation de chaque fonction de service ou technique.
- Actualiser les agents d'environnement retenus par la prise en compte des effets induits par les fonctions techniques.
- Transformer chaque valeur spécifiée de l'environnement en la valeur retenue correspondante.
- Valider ou actualiser les agents d'environnement spécifiés à partir de mesures de l'environnement réel.
- Identifier les risques par rapport à chaque source de variabilité.
- Pour chaque fonction, lister les actions de validation de nature à valider l'obtention des critères d'acceptation (performances).
- Etablir la liste des actions de validation retenues.
- Elaborer le programme des actions de validation en distinguant les parts respectives des calculs, des simulations et des essais.
- Identifier les matériels nécessaires à la réalisation des actions de validation.
- Déterminer la chronologie et les délais des actions de validation.
- Synthétiser les agents d'environnement à simuler nécessaires aux actions de validation.

-
- Transformer les valeurs des agents d'environnement à simuler en sévérités d'essai.
 - Participer, pour la part Environnement, à l'élaboration des documents programme:
 - Dossier de Définition (DD : RG Aéro 000 14)
 - Dossier de démonstrations en développement dont les essais
 - Dossier Justificatif de Définition vis à vis de la STB (DJD : RG Aéro 00015)
 - Dossier de Fabrication et de Contrôle (DFC)
 - etc.

4.1.3 Tâches liées à l'utilisation du matériel :

- Analyser les Documents Utilisateur primitivement établis dans la phase de développement.
- Participer à l'analyse de tous les faits techniques issus du retour d'expérience en utilisation.
- Vérifier la conformité des conditions effectives d'emploi au profil de vie prévu aussi bien pour le système principal que pour le système de soutien.
- S'assurer de l'application des dispositions particulières impliquant l'environnement (stockage, manutention, transport, etc.).
- Obtenir les décisions de modification de définition ou de restriction d'emploi suite aux anomalies rencontrées et identifiées comme ayant un rapport avec l'environnement.
- Proposer des aménagements et actualisations de texte dans les documents utilisateurs (pour éviter des erreurs d'interprétation, combler des manques, suivre des évolutions, etc.).
- Assurer l'enrichissement des banques de données d'environnement avec tous les éléments jugés intéressants.

4.1.4 Tâches liées au retrait du service et au démantèlement du matériel :

- Analyser les documents de retrait de service et de démantèlement primitivement établis au cours de la phase de développement.
- Actualiser et préciser les exigences de la réglementation concernant la sécurité des personnes, la sauvegarde des biens et les nuisances écologiques, vis à vis des matériaux, composants, constituants du matériel à démanteler aussi bien pour les opérations de valorisation et de recyclage que pour celles d'élimination ou de stockage des déchets ultimes.
- Participer aux choix des processus utilisés et des industriels spécialisés dans ces techniques.

(60)

*Suivant les entreprises, le titre est différent. On peut trouver par exemple:
Directeur de Programme, Chef de programme, etc.*

- Fournir tous les éléments à intégrer dans les dossiers techniques et administratifs correspondants.

4.2 Responsabilité de la Prise en Compte de l'Environnement

Pour mémoire, cette responsabilité incombe aussi bien au client étatique « Maître d'ouvrage » (Opérationnels Armées + DGA) qu'aux industriels fournisseurs « Maîtres d'œuvre ».

4.2.1 Responsabilité du Client étatique « Maître d'ouvrage »

La responsabilité globale « Maître d'ouvrage » incombe au Directeur de Programme au sein de l'équipe intégrée et se faisant aider par des spécialistes du « métier Environnement » pour :

- réaliser les actions générales et spécifiques décrites dans les paragraphes traitant du CdCF, STB, DJD dans le présent document et ceci pour le plus haut niveau d'assemblage,
- donner son accord au DJD établi par le fournisseur pour le plus haut niveau d'assemblage,
- vérifier que l'Environnement est traité lors des revues.

4.2.2 Responsabilité du Fournisseur industriel « Maître d'œuvre »

La responsabilité globale « Maître d'œuvre » incombe au Responsable de Programme ⁽⁶⁰⁾, charge à lui de faire appel aux services de spécialistes du « Métier Environnement » pour :

- réaliser les actions générales et spécifiques telles que décrites aux DD, DJD, ... au plus haut niveau d'assemblage et les STB, DD, DJD, ... de rang inférieur.
- optimiser, dès la réponse à l'appel d'offres, les tâches relatives à la prise en compte de l'Environnement, chiffrer leur coût et les délais correspondants,
- identifier les ressources nécessaires, vérifier leur adéquation avec les ressources disponibles,
- définir celles à mettre en place,
- analyser la mise en place des dispositions d'organisation nécessaires pour la prise en compte de l'Environnement,
- proposer les choix d'arbitrage entre les ressources, les coûts et les risques, liés à la prise en compte de l'Environnement,
- faire assurer l'actualisation permanente de tous les éléments Environnement ayant trait au Programme et décider leur prise en compte effective ou non suivant l'importance du sujet (rapport coût/efficacité),

(61)

Leur profil est essentiellement celui de généralistes formés aux disciplines de la physique expérimentale et possédant en plus de très bonnes capacités de relations humaines. Leurs moyens d'action sont, le plus souvent, liés à la persuasion dont il font preuve pour aider les différents interlocuteurs à trouver les compromis les plus valables.

Ces spécialistes devront veiller à rester au bon niveau - et à progresser - par rapport à l'ensemble des personnes du métier et pour cela utiliser les occasions de liaisons entre spécialistes (réunions, symposiums, expositions, etc.)

-
- s'assurer que l'Environnement, pour les matériels sous-traités et/ou achetés, est pris en compte de façon homogène et cohérente avec l'ensemble du système. Pour cela, il lui convient de :
 - faire intégrer la prise en compte de l'environnement dans les Spécifications Techniques de Besoin (STB) des matériels sous-traités ou achetés,
 - prévoir les sujets environnement dans les revues des coopérants et sous-traitants :
 - rapports d'étude,
 - compte-rendu d'avancement,
 - programmes, procédures et rapports d'essais,
 - fournir aux coopérants et sous-traitants les résultats d'essais en environnement et d'utilisation de leurs fournitures aux niveaux d'intégration supérieurs,
 - s'assurer de l'existence des moyens et de l'organisation nécessaire de la part des coopérants et sous-traitants pour traiter les problèmes d'environnement,
 - organiser avec ses coopérants et sous-traitants le système de recueil, d'analyse et d'exploitation des faits techniques impliquant l'environnement.

4.3 Les « Spécialistes Environnement »

Quelle que soit l'organisation propre à chaque secteur, étatique ou industriel, les actions « Environnement » - comme pour tout métier - nécessitent un certain nombre de spécialistes⁽⁶¹⁾ du « Métier Environnement » et des moyens techniques adaptés. Suivant le cas, ces spécialistes peuvent être internes à l'entreprise (intégrés à un secteur spécialisé ou détachés dans l'équipe Programme), faire partie de sociétés spécialisées ou de centres et organismes d'essais étatiques et privés.

Les tâches à réaliser par les spécialistes Environnement sont les tâches spécifiques Environnement définies dans le cours du présent document. Elles peuvent se regrouper en :

- animation des opérations de prise en compte de l'environnement, matérialisée par :
 - la présence et l'intervention au cours de réunions,
 - l'élaboration de documents (paragraphe, pages ou annexes) pour la part environnement,
- animation des opérations de validation liées à l'environnement, matérialisée par :
 - organisation, calendrier, négociation de priorités,
 - validation des documents utilisés pour l'essai (référence, indice, etc.)

- suivi des essais, obtention de décisions dans le cadre du traitement des incidents,
- conduite des essais (au sein de laboratoires ou organismes d'essai en environnement),
- tenue de banques de données d'environnement.

En ce qui concerne plus particulièrement les essais en environnement : une fois le principe de l'essai, retenu, son bon déroulement (de sa définition à sa préparation et son exécution, ainsi qu'au compte-rendu qui en est fait) concerne le Responsable du Laboratoire ou de l'organisme d'essais, qui doit en rendre compte à son client (ou son représentant).

Pour ce qui est du maintien à hauteur (actualisation) et de la validation des Banques de Données, il concerne le Responsable du/ou des secteurs gérant les Banques de Données, assisté des coopérants ou organismes fournissant les éléments permettant d'enrichir leur contenu.

ANNEXE A

EXPLICATIONS ET DEFINITIONS COMPLEMENTAIRES

1. VISUALISATION D'UN PROFIL DE VIE

Le dessin proposé page suivante permet de se faire une idée dont la "Vie" d'un produit se déroule depuis la sortie d'usine jusqu'à son utilisation. L'exemple concerne un missile pouvant être tiré à partir de navires, de véhicules, d'aéronefs.

Le Produit sortant d'usine est tout d'abord transporté jusqu'à son lieu de destination. Ceci peut se faire par voie routière, ferroviaire, maritime ou aérienne.

Le produit est ensuite stocké une première fois, puis il est transporté sur le terrain d'opérations par voie terrestre (transport logistique), puis à nouveau stocké ou entreposé à ciel ouvert (pluie, soleil, etc.).

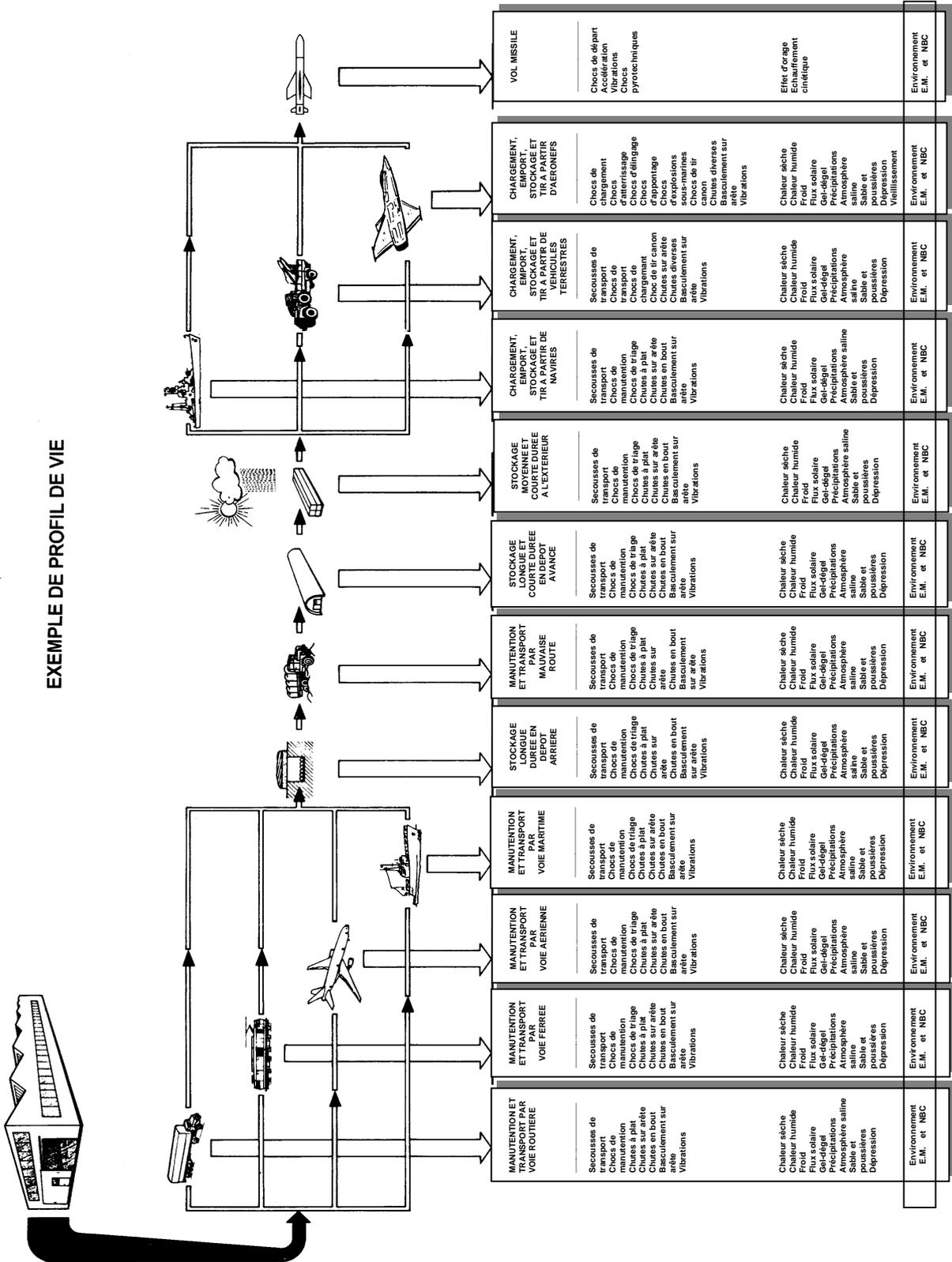
Intervient ensuite sa mise en place sur la plate-forme d'où il sera tiré.

Au cours de ces différentes étapes appelées "situations", il reçoit des agressions de divers agents d'environnement définis par leur nature et leur valeur. Trois grandes classes sont utilisées:

- l'environnement mécanique qui regroupe tout ce qui concerne la manutention (chocs, chutes, basculements, etc), le transport logistique (vibrations, secousses, chocs, gerbage, etc.), la mise en place sur le porteur opérationnel (chocs, chutes), l'emport opérationnel (vibrations, chocs, etc.), le tir (chocs départ, etc.), l'impact sur la cible (choc d'impact, etc).
- l'environnement climatique, à priori différent pour chaque situation (chaleur sèche, chaleur humide, froid, flux solaire, dépression, atmosphère saline, gel-dégel, etc.),
- l'environnement électrique et électromagnétique qui dépend de la proximité et de la puissance des diverses sources à prendre en compte,
- l'environnement nucléaire, biologique et chimique.

Il est à noter que ce schéma peut facilement être étendu au "Cycle de vie" complet en prenant en compte en amont les approvisionnement des matériaux et en aval la réforme des produits non utilisés, leur recyclage et le stockage des déchets ultimes.

EXEMPLE DE PROFIL DE VIE



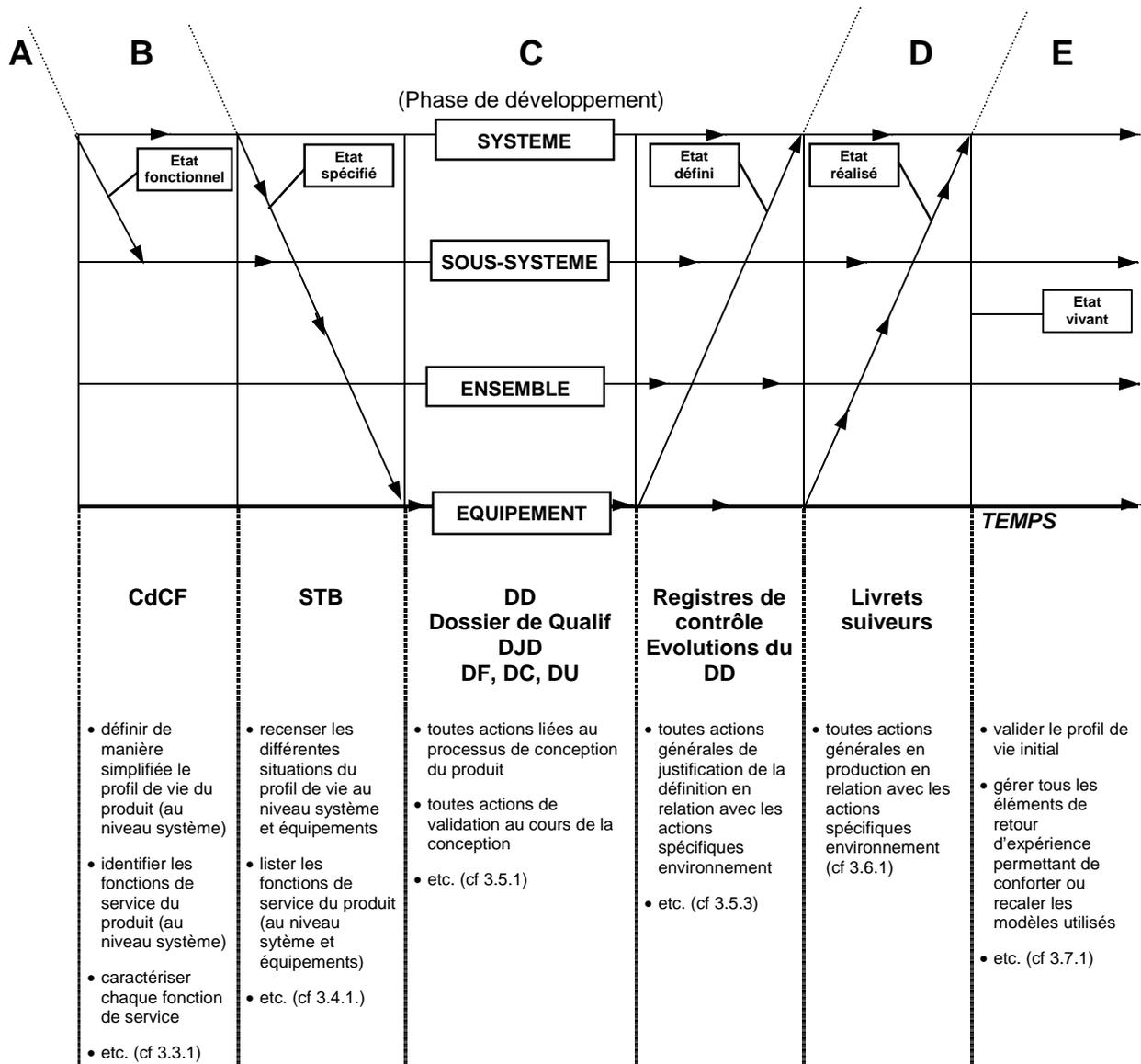
2. VISUALISATION DES ACTIONS GÉNÉRALES EN RELATION AVEC LES ACTIONS SPÉCIFIQUES "ENVIRONNEMENT" ET DES ACTIONS SPÉCIFIQUES "ENVIRONNEMENT".

Deux planches donnent une image des différentes actions et interactions entre les différents éléments intervenant dans la définition, le développement, la production des équipements, ensembles, sous-systèmes et système.

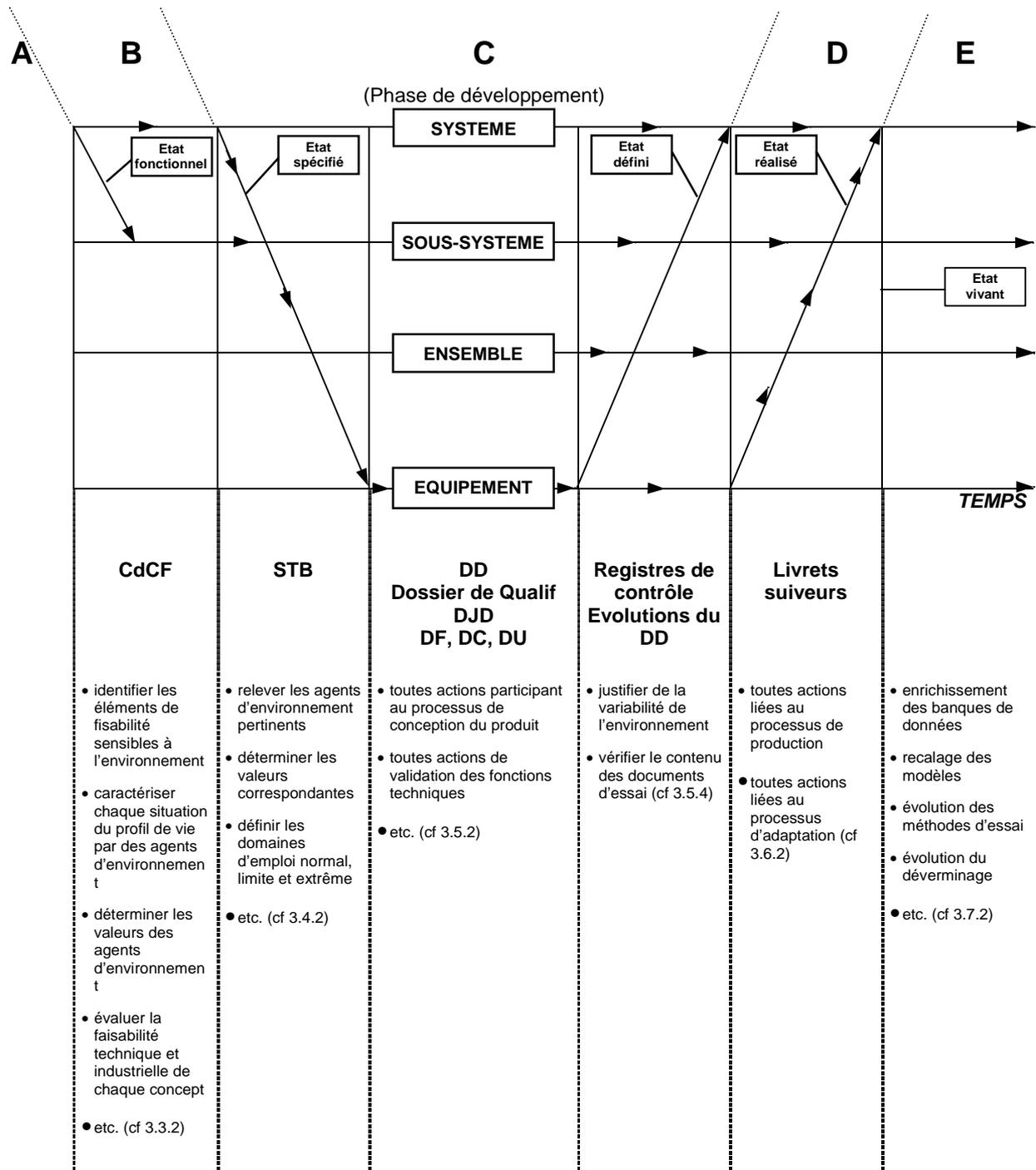
Les courbes en "V" montrent l'acquisition des différents états dans la branche descendante (processus d'expression du besoin, conception préliminaire) et dans la branche montante (conception détaillée, processus de production). Le passage d'un état de référence donné à l'état de référence suivant s'obtient par l'application d'un ou plusieurs processus (par exemple processus de qualification, de production etc.).

Chaque changement d'état donne lieu à un ensemble de documents; la part liée à l'environnement a été explicitée. Cette présentation est dérivée de celle figurant dans la RG Aéro 000 40 et complétée avec les éléments "Environnement".

ACTIONS GENERALES
en relation avec les actions spécifiques environnement



ACTIONS SPECIFIQUES ENVIRONNEMENT



3. DÉFINITION COMPLÉMENTAIRE DES TERMES UTILISÉS

3.1 Domaines normal, limite, extrême

Domaine normal¹: domaine (nature et niveau) d'environnement pour lequel la fonction considérée du produit est assurée avec les performances (critères d'appréciation) spécifiées.

Domaine limite: domaine (nature et niveau) d'environnement pour lequel la fonction considérée du produit peut présenter une performance (critère d'appréciation) dégradée, tout en respectant les exigences de sécurité; cette dégradation doit être réversible lorsque l'on revient dans le domaine normal.

Domaine extrême: domaine (nature et niveau) d'environnement pour lequel la fonction considérée du produit peut présenter une performance (critère d'appréciation) dégradée irréversible tout en respectant les exigences de Sécurité.

Les agents d'environnement de ce domaine sont généralement d'origine accidentelle ou malveillante, ils sont pour cette raison appelés dans le vocabulaire "Sécuriste" par le terme d'agression.

3.2 Fonctions de Service - Fonctions techniques

Fonction de Service: Action attendue d'un produit (ou réalisée par lui) pour répondre à un élément du besoin d'un utilisateur donné(NF X 50-150).

Fonction Technique: Action interne au produit (entre ses constituants), choisie par le concepteur-réalisateur, dans le cadre d'une solution, pour assurer des fonctions de service (NF X 50-150)

Commentaires:

A un niveau d'arborescence technique^{2 3} donné, l'ensemble des fonctions de service dans la réalisation desquelles participe un constituant comprend :

- les participations de ce constituant aux fonctions de service du niveau d'intégration supérieur,
- les participations de ce constituant aux fonctions techniques engendrées par l'architecture des solutions techniques retenues au niveau d'intégration inférieur. Ces fonctions techniques deviennent des fonctions de service pour le niveau d'intégration inférieur.

¹ Le domaine est bien défini en valeurs des agents d'environnement; mais il est lié au fonctionnement (et/ou stockage) normal, limite ou extrême du produit. Le terme d'"environnement normal" est un raccourci impropre qui doit être évité, bien que souvent employé. L'appellation correcte serait: domaine d'environnement dans lequel le fonctionnement (et/ou stockage) du produit est normal, limite ou extrême.

² Arborescence fonction (RG Aéro 000 30): représentation structurelle de la décomposition des fonctions attendues du système en fonctions élémentaires qui doivent être remplies à différents niveaux

³ Arborescence produit (RG Aéro 000 30): représentation structurelle de la décomposition par niveaux successifs du système en ses constituants

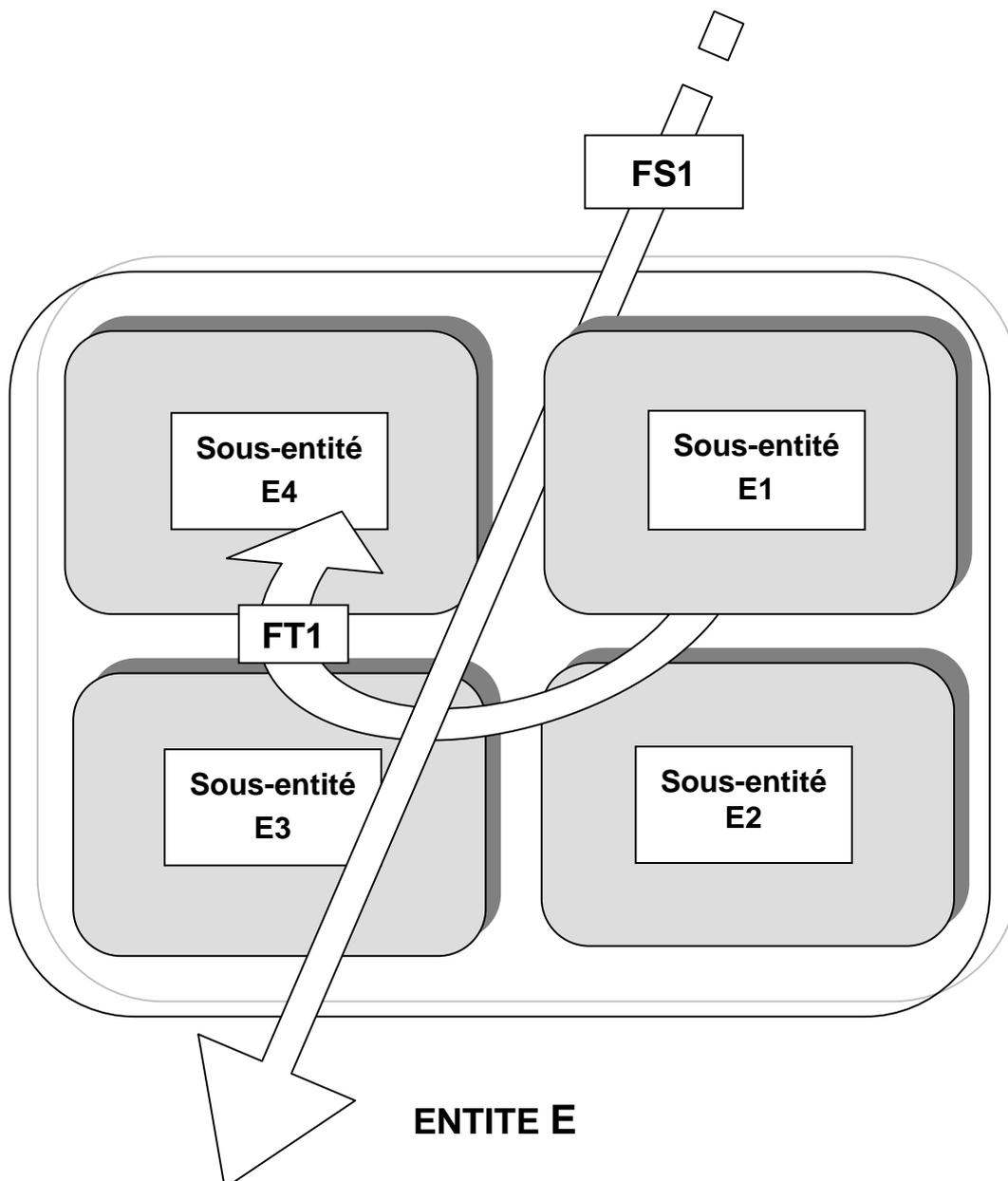
Exemple :

L'entité E est composée des sous entités E1 à E4.

E1 participe à la fonction de service FS1.

Une fonction technique FT1 a été rendue nécessaire par le choix de la solution technique retenue.

La participation de l'entité E2 dans FS1 s'accompagne de sa participation dans FT1 laquelle pour E2 constitue une fonction de service.



3.3 Coefficient de Garantie

Définition ¹ :

Le Coefficient de Garantie est un coefficient majorateur permettant de passer de l'environnement spécifié à l'environnement retenu. Il tient compte de deux facteurs :

- la variabilité de l'environnement rencontré dans une même situation du Profil de Vie à divers instants répétés dans le temps,
- la variabilité de la résistance de la performance considérée à l'environnement concerné.

Commentaires :

L'agent d'environnement caractérisant une situation ne se répète pas à l'identique lorsque la situation se reproduit : sa variabilité est exprimée par une loi de distribution dont on peut caractériser, par des mesures sur le site, les paramètres statistiques (moyenne et écart-type).

La limite de tenue de la performance considérée du matériel à cet agent d'environnement est, elle aussi, une variable aléatoire lorsque l'on passe d'un exemplaire à l'autre du matériel réalisé. En l'absence de mesures caractérisant cette variabilité, il est généralement possible d'estimer le coefficient de variation de la loi de distribution correspondante (mais pas sa valeur moyenne)².

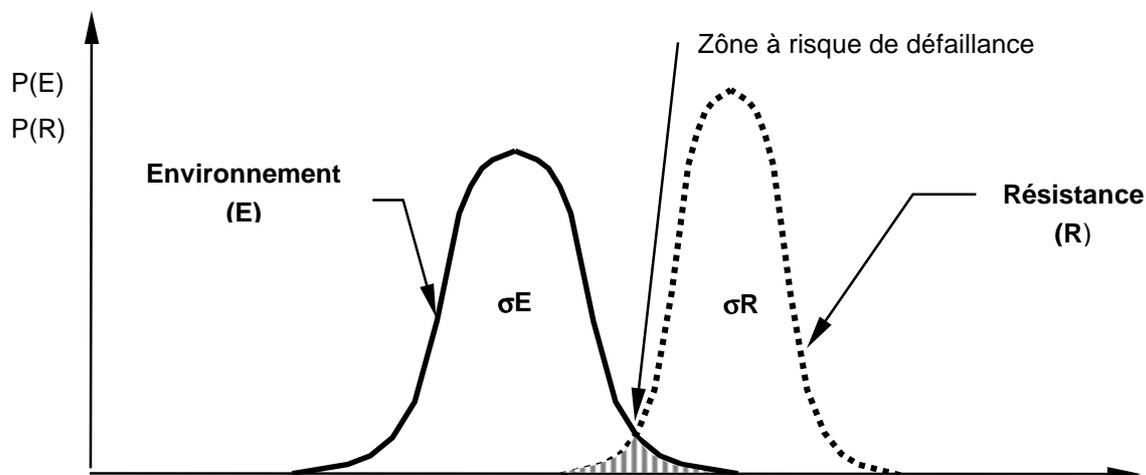
Ces deux variabilités, qui caractérisent respectivement (pour simplifier) l'environnement et la résistance³ du matériel à l'environnement entraînent une probabilité de défaillance dont un indicateur peut être donné par l'aire d'intersection des deux graphes des fonctions de densité de probabilité caractérisant ces deux variabilités. La valeur exacte de la probabilité de défaillance se calcule mathématiquement à partir des fonctions de densité de probabilité respectives.

Comme nous ne connaissons pas ici la valeur moyenne de la résistance de l'équipement, nous allons plutôt déterminer la valeur d'un scalaire qui, multiplié par la valeur représentant l'agent d'environnement considéré, va nous permettre d'obtenir la valeur moyenne que devrait avoir la résistance de la performance considérée du matériel pour obtenir l'objectif de fiabilité spécifié, compte tenu des coefficients de variation (σ/m) connus des deux variabilités. Ce scalaire porte le nom de "Coefficient de Garantie".

¹ Fascicule de Documentation AFNOR FD X 07 144-2: Coefficient de Garantie

² La notion de limite de tenue (ou de résistance) à l'environnement doit être comprise au sens large comme étant la valeur de l'environnement qui conduit la performance considérée à la limite de tolérance.

³ Chaque métier donne une appellation particulière à ces termes, par exemple: « agression » au lieu d'environnement et susceptibilité au lieu de résistance à l'environnement.,

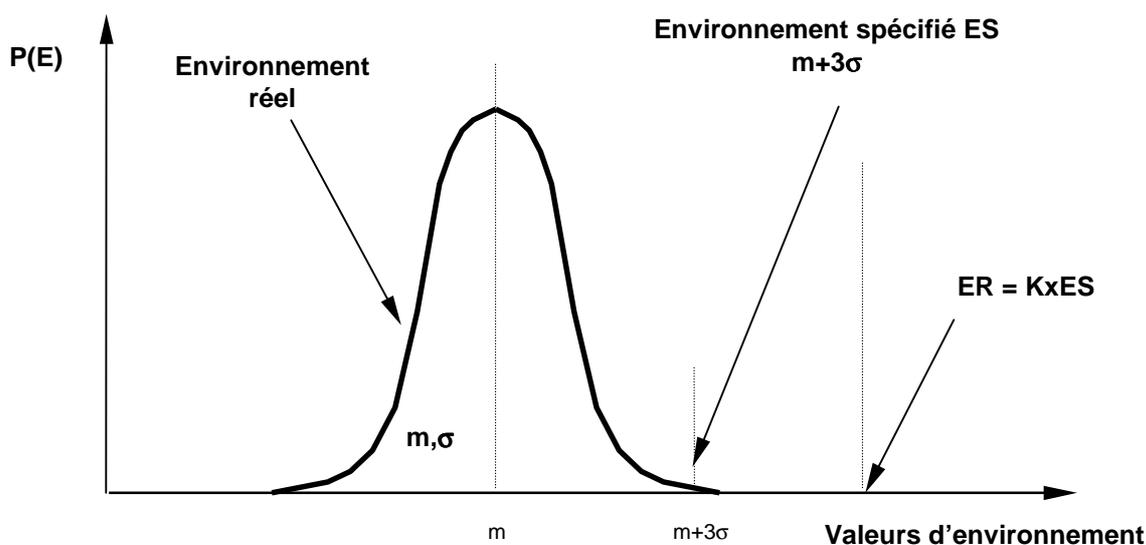


La transformation de l'environnement spécifié en environnement retenu nécessite de choisir la (ou les) grandeur(s) représentant ou caractérisant l'agent d'environnement considéré et sur lequel (lesquels) sera appliqué le coefficient de garantie. Ce choix dépend essentiellement de la sensibilité de la performance considérée à ces grandeurs. Cette sensibilité est liée aux choix de définition (conception, composants, procédés, conditions particulières d'utilisation).

L'aire hachurée est en général un indicateur de l'importance de la probabilité de défaillance. Elle est obtenue par l'intersection des aires définies par les densités de probabilité de la grandeur qui représente l'agent d'environnement considéré et de celle qui représente la limite de tenue de la performance considérée à cette grandeur.

La probabilité exacte de défaillance suppose la prise en compte complète des deux densités de probabilité.

Illustration des notions utilisées



La valeur de l'agent d'environnement retenu ER se déduit de la valeur représentant l'agent d'environnement spécifié ES au moyen d'une multiplication par le coefficient de garantie k :

$$ER = k \times ES$$

$$k = \frac{\text{Valeur du représentant de l'environnement caractérisant la résistance moyenne du produit}}{\text{Valeur spécifiée du même représentant de l'environnement}}$$

Le calcul de ce rapport prend en compte ¹:

- la probabilité maximale acceptable que la limite de tenue à l'agent d'environnement considéré de la performance considérée du produit réalisé soit inférieure à l'une des valeurs prises par l'agent d'environnement considéré,
- la loi de distribution des valeurs prises par l'agent d'environnement considéré (caractérisé par le type de loi, la valeur moyenne et l'écart-type) d'une réalisation à l'autre de cet agent d'environnement,
- la loi de distribution des valeurs prises par la limite de tenue de la performance considérée d'un exemplaire à l'autre du produit réalisé vis à vis de l'agent d'environnement considéré (caractérisée par le type de loi et le coefficient de variation (ratio écart-type sur moyenne)).

Exemples :

- Chaleur sèche ou froid: la grandeur retenue pourra être la température, ou le temps passé à cette température, ou tout paramètre déterminant les échanges thermiques, etc.
- Variation de température: la grandeur retenue pourra être le gradient de température ou le temps passé à chaque valeur de température, etc.
- Choc mécanique ou accélération vibratoire: la grandeur retenue pourra être l'accélération en fonction du temps, ou le spectre de réponse extrême, ou le spectre de dommage par fatigue, etc.
- Champ électrique ou magnétique (en mode rayonné): la grandeur retenue pourra être l'amplitude du champ électrique ou magnétique à une fréquence donnée, le temps passé à une amplitude et fréquence donnée, etc.
- Courant ou tension induit (en mode conduit): la grandeur retenue pourra être l'amplitude du courant ou de la tension induite à une fréquence donnée, le temps passé à une amplitude et fréquence donnée, etc.

3.4 Facteur d'Essai

Définition¹ :

¹ *Il faudra veiller à ce que l'application du coefficient de garantie ne conduise pas à des non représentativités liées à des phénomènes de seuil par exemple:*

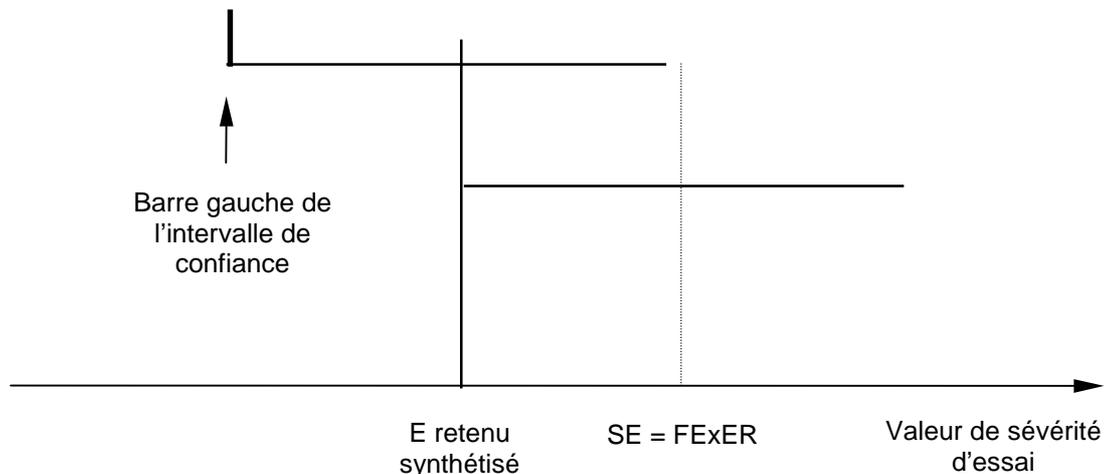
- *dépassement de précontrainte mécanique en vibrations.*
- *dépassement de la température de transition vitreuse d'un élastomère.*

Le Facteur d'Essai est un coefficient majorateur dont la prise en compte permet de démontrer que le coefficient de garantie est atteint avec un nombre limité d'essais; il dépend du nombre de représentants du produit défini, auquel le même essai est appliqué successivement et de la variabilité de la limite de tenue de la performance essayée. Il est d'autant plus élevé que le nombre d'essais est faible.

Commentaires :

Illustration des notions utilisées

Le but de l'essai sera alors de démontrer de manière statistique que le coefficient de garantie est atteint. Or, si nous réalisons une infinité d'essais avec une sévérité égale à la valeur moyenne supposée (en fait inconnue) de résistance de la performance considérée, nous obtiendrions 50 % de cas de défaillance. Si le nombre d'essais se réduit, la connaissance que l'on pourra obtenir de la résistance moyenne de la performance résultera d'une estimation statistique et sera donc encadrée dans un intervalle de confiance associé à une probabilité donnée. Si nous désirons obtenir au moins la même garantie avec un nombre d'essais très réduit et en supposant 0 cas de défaillance, que dans le cas où nous faisons une infinité d'essais, il sera nécessaire d'accroître la sévérité d'essais de telle sorte que la limite basse de l'intervalle de confiance considéré corresponde à la valeur de sévérité précédemment appliquée. Ce décalage vers le haut de la sévérité d'essai correspond au coefficient appelé "Facteur d'essai", précisément parce que sa valeur dépend du nombre d'exemplaires d'une même définition de matériel auxquels on applique successivement le même essai (à variabilité de résistance de la performance donnée).



Le décalage correspond à un nouveau coefficient, appelé facteur d'essai FE, qui après avoir été multiplié par l'environnement retenu synthétisé ER conduit à la sévérité d'essai SE :

¹ Fascicule de Documentation AFNOR FD X 07 144-3: Facteur d'essai

SE = FE x ER

Note : Le cas où la sévérité d'essai SE se déduit directement de l'environnement retenu ER est un cas particulier; en règle générale, le facteur d'essai s'applique au résultat d'une synthèse de plusieurs valeurs d'agents d'environnement retenus représentant chacune une situation du scénario du Profil de Vie considéré dans cette synthèse.

3.5 Robustesse d'un produit

Définition :

Propriété caractérisant un produit dont les performances (critères d'appréciation) ne sont pas (ou peu) altérées par les différentes sources de variabilité liées à la conception, aux matériaux utilisés, à la fabrication ou aux conditions d'emploi.

La propriété de robustesse permet à tout exemplaire du produit réalisé de conserver à un niveau optimal, au cours de sa vie utile, les performances spécifiées (critères d'appréciation), dans les domaines normaux, limites et extrêmes spécifiés.

Commentaires :

Cette propriété est obtenue par des actions relevant :

- de l'application de la démarche de Personnalisation du produit à son environnement réel, incluant, en particulier, la prise en compte d'un coefficient de garantie pour chaque agent d'environnement retenu,
- de la prise en compte de la variabilité des performances (critères d'appréciation) vis à vis des autres sources de variabilité (hors environnement pris en compte ci-dessus) comme celles liées à la conception, aux procédés de fabrication ou aux conditions d'emploi
- de la réduction de la sensibilité des performances (critères d'appréciation) du produit réalisé aux écarts de fabrication, dégradations (usure, vieillissement des matériaux¹, conditions d'emploi), de ce produit par la sélection de critères pertinents sur la conception et sur les procédés de fabrication,
- de la maîtrise des procédés de fabrication à tous les niveaux d'assemblage,
- de la mise en oeuvre éventuelle d'essais aggravés permettant d'explorer les marges sur les performances (critères d'appréciation) et de les accroître en éliminant les causes de défaut assignables.
- de l'utilisation, sous toutes ses formes, du retour d'expérience : modèles de simulation validés, bases de faits techniques, ...

Toutes ces actions concourent à maîtriser :

¹ *Il s'agit d'utiliser les lois de comportement dans le temps des différents constituants du produit, soit matériaux de base, soit assemblages, vis à vis de chaque agent d'environnement.*

- les coefficients de variation des sources de variabilité d'une part et de la résistance des performances (critères d'appréciation) à ces mêmes sources d'autre part,
- les marges exprimant le ratio entre les valeurs moyennes de chaque source de variabilité à la valeur moyenne correspondante de la résistance de la performance.

ANNEXE B

LES AIDES

1. PLAN DE PRISE EN COMPTE DE L'ENVIRONNEMENT

L'ensemble des tâches peut être coordonné à l'aide du plan de prise en compte de l'environnement (PPCE) qui couvre les domaines suivants :

- prise en compte de l'Environnement,
- maîtrise des coopérants, sous-traitants et fournisseurs,
- revues de Programme,
- retours d'expérience et de l'exploitation des faits techniques,
- tenue à hauteur des banques de données.

1.1 Objectifs

Le but de ce plan est d'aider à organiser de façon efficace l'ensemble des actions qui permettront de satisfaire aux tâches prévues de prise en compte de l'Environnement. Le PPCE décrit cette organisation et sert de cadre aux actions du ressort de l'industriel; il contribue à donner au client l'assurance que les objectifs de prise en compte de l'Environnement seront atteints.

1.2 Eléments constitutifs

Le PPCE :

- rappelle la logique (démarche justifiée) de l'ensemble des actions du programme de Prise en Compte de l'Environnement : actions de gestion (personnes, moyens, données, liaisons), de spécification de besoin, de définition, de justification de la définition, en faisant ressortir leurs relations entre elles et avec les autres activités,
- liste l'objectif des tâches de Prise en Compte de l'Environnement avec pour chacune d'elles :
 - ⇒ le responsable,
 - ⇒ les données d'entrée (date de début, origine),
 - ⇒ l'identification de l'entité réalisant la tâche,
 - ⇒ les données de sortie (date de fin, résultats attendus, destination de ces résultats, banques de données),
 - ⇒ la chronologie générale du déroulement des tâches,
 - ⇒ les points de rendez vous prévus (internes et avec le client),
 - ⇒ l'organisation mise en place pour le suivi de ces actions (évaluation, compte-rendus, actions correctives).

1.3 Intérêt

Ce type de plan sert à :

- mettre en place une organisation (qui fait quoi, comment et avec quoi ?) conduisant à un ensemble d'actions pertinentes et cohérentes pour le système considéré,
- permettre de s'assurer de la bonne couverture des différentes démonstrations (dont les essais) afin d'éviter de détecter tardivement des insuffisances, par exemple en qualification, ou pire pendant la production série, ou pire encore chez le client,
- éviter les redondances inutiles en termes de tâches et de moyens associés,
- maîtriser les risques (impasses sur la validation des critères d'appréciation (performances), coûts et délais).

En particulier le PPCE¹ donne une visibilité sur l'ensemble des tâches afin :

- de prendre en compte les points durs (incidence possible sur les critères d'acceptation (performances), coût, délais),
- de prévoir les méthodes et moyens d'essai, le coût associé et optimiser leur utilisation:
 - ⇒ pour les moyens à créer (identifier, contribuer à spécifier et optimiser le choix des moyens d'essai en environnement et les moyens de test, outillages et maquettes nécessaires),
 - ⇒ pour les moyens existants (identifier les adaptations éventuelles ou les actions correctives en cas d'insuffisance),
- de connaître l'ensemble des essais qui seront effectués et par conséquent les possibilités de recalages ultérieurs des modèles de simulation (thermiques, mécaniques, fonctionnels, etc.),
- de faciliter les recherches de résultats par la connaissance de toutes les actions de prise en compte de l'Environnement réalisées,
- de répartir dans le temps l'acquisition progressive des preuves expérimentales,
- de donner confiance sur la maîtrise et la qualité du processus de prise en compte de l'Environnement,
- de lister les tâches liées à l'Environnement pour leur bonne prise en compte dans le plan de développement et la gestion de Programme,
- d'aider à gérer l'ensemble des documents liés à la prise en compte de l'Environnement,
- de permettre à chacun des membres de l'équipe Environnement de connaître l'ensemble des tâches de prise en compte de l'Environnement pour le produit.
- Autres documents

D'autres documents sont également utilisés mais ne sont pas spécifiquement traités dans le présent document :

¹ Plus que le document en lui-même, c'est la démarche et les réflexions pour l'obtenir et le maintenir qui sont importantes par leur caractère prévisionnel et d'anticipation. Elles permettent la préparation, l'exécution, l'amélioration des actions de prise en compte de l'environnement. Le PPCE n'est donc pas un document établi à postériori.

- L'Architecture Système
- Arborescence Fonctionnelle issue du CdCF
- Arborescence Produit issue de l'Arborescence Fonctionnelle
- Le Plan Général de Qualification
- Le Plan d'expérimentation
- Le Plan de Gestion de la Configuration
- Le Plan de Soutien Logistique intégré

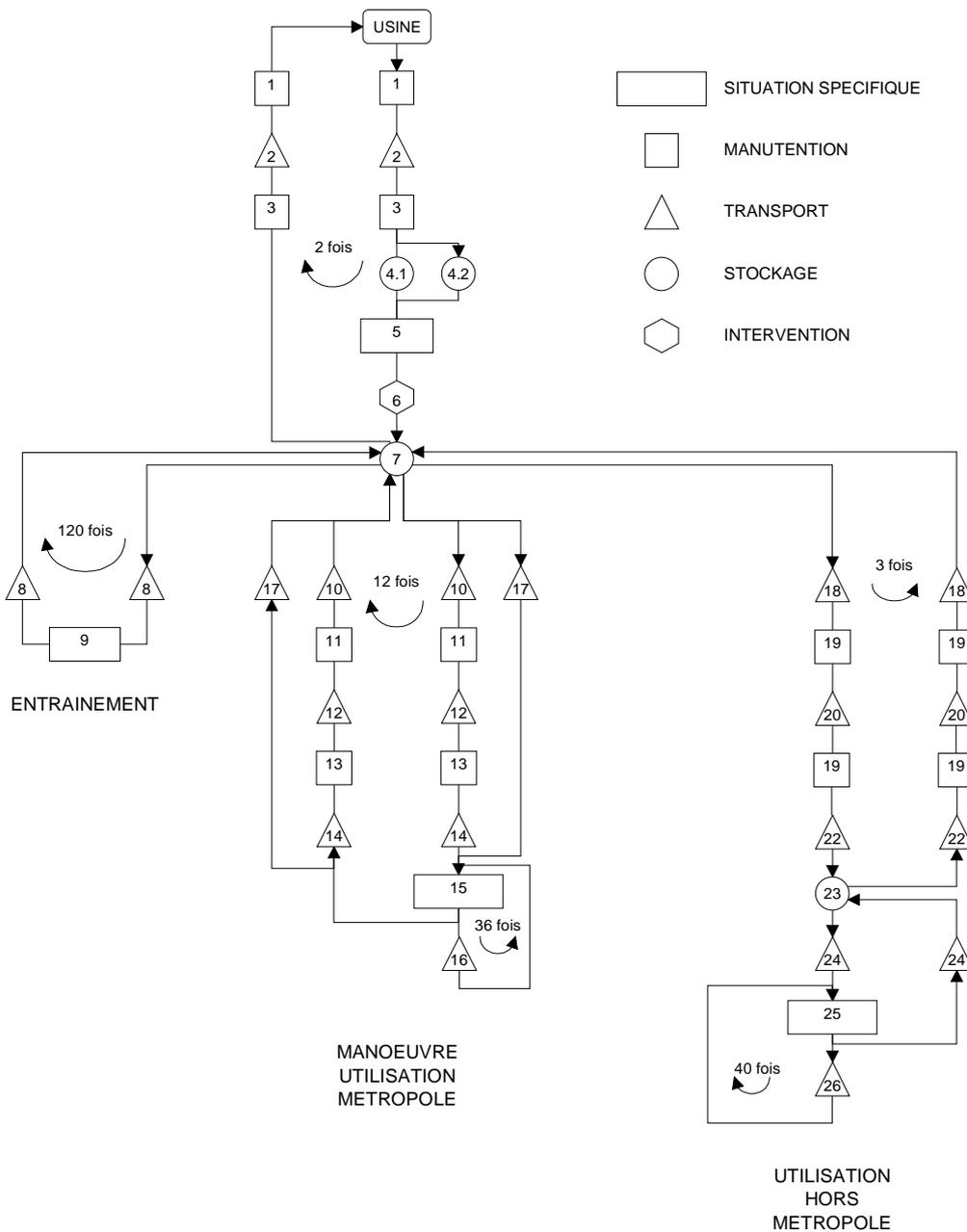
- Les Devis
- Les plans de gestion technico-administrative
- Les plans de gestion financière

- Le Plan de Gestion de la Documentation
- Le suivi de évolutions (DD, DJD, DF)
- La maîtrise des coûts et des délais

- Le Plan d'Assurance Qualité du Produit
- Le Manuel Qualité (de l'Entreprise ou d'un secteur particulier).

2. EXEMPLES DE DOCUMENTS D'AIDE À LA SAISIE

Synoptique



Exemple de fiche de situations

Programme: XXXXXXXXXXXX

Sous-ensemble:

Situation : S1 MANUTENTION

Occurrence: 3

Durée: 0,5 h

Chargement, déchargement voie ferrée, voie routière

TYPE DE MANUTENTION

- manuelle
- chariot élévateur
- transpalette
- convoyeur à bande
- rouleau
- grue
- portique de manutention
- palan
- bras télémanipulé
- moyens spécifiques au système
- plateforme élévatrice

CONDITIONNEMENT DU MATERIEL

TYPE DE CONDITIONNEMENT

- caisse en bois ou fibre de verre
- emballage non spécifique
- emballage spécifique
- emballage normalisé
- conteneur de tir
- nu

CARACTERISTIQUES DU CONDITIONNEMENT

- aucune étanchéité ni imperméabilité (caisse)
- imperméabilité sans étanchéité

- étanchéité à l'eau
- étanchéité à l'eau et à la vapeur
- étanchéité à l'air
- pressurisé (conteneur)
- NBC
- légère pressurisation

POSITION DU MATERIEL PAR RAPPORT AU PORTEUR

- quelconque
- longitudinale X
- transversale Y
- verticale Z
- oblique angle

STADE D'INTEGRATION

- équipement
- sous-ensemble
- ensemble complet

CONFIGURATION DU MATERIEL

- en fonctionnement (oui/non) : non
- opérationnel (oui/non) : non

LIEU DE MANUTENTION

- à ciel ouvert
- abri ouvert
- abri léger fermé
- abri lourd
- igloo
- conteneur
- magasin climatisé
- soute
- sur porteur

CONDITIONS CLIMATIQUES

- zones géographiques Annexe GAM-EG13: Z3 Z7 (France)
- zones géographiques STANAG 2895:

CONDITIONS ELECTROMAGNETIQUES

- ambiance électromagnétique (oui/non)

CONDITIONS NBC

- ambiance nucléaire (oui/non): non
- ambiance bactériologique (oui/non): non
- ambiance chimique (oui/non): non

CONDITIONS IMPOSEES

EVENEMENTS ACCIDENTELS

- feu
- feu d'hydrocarbures
- chocs violents
- chocs répétés
- sous tension (oui/non) : non
- chute libre 0,3m < hauteur < 20m suivant axes:
- chocs sur parois suivant axes:
- vibrations exceptionnelles suivant axes:
- décompression et/ou compression rapide
- attaque par balles (calibre, vitesse, distance)
- détonation à proximité (distance, charge)
- décharge électrostatique
- foudre
- corrosion

Exemple de tableau des occurrences

N° de la situation	CONTENU DE LA SITUATION	Durée	Occurrence
S 1	MANUTENTION Chargement, déchargement voie ferrée, voie routière	0,5 h	3
S 2.1	TRANSPORT LOGISTIQUE PAR VOIE ROUTIERE De l'usine au lieu de stockage	8 h	3
S 2.2	TRANSPORT LOGISTIQUE PAR VOIE FERREE de l'usine au lieu de stockage	8 h	3
S 3	MANUTENTION Chargement, déchargement voie ferrée, voie routière	0,5 h	3
S 4.1	STOCKAGE COURTE DUREE en attente d'utilisation	3 mois	1
S 4.2	STOCKAGE LONGUE DUREE stockage sur le lieu d'affectation	2 ans	1
S 5	DESTOCKAGE mise en condition opérationnelle sur le lieu de stockage	2 j	2
S 6	CONTROLE DE BON FONCTIONNEMENT prise en compte par les opérateurs	5 j	2
S 7	MATERIEL EN DISPONIBILITE en attente d'utilisation	12 j	360
S 8	EMPORT POUR ENTRAINEMENT déplacement vers le lieu d'entraînement	1 h	240
S 9	EXPLOITATION DU SYSTEME TYPE ENTRAINEMENT entraînement du système seul, à poste fixe	2 j	120
S 10	EMPORT POUR MANOEUVRE déplacement du lieu d'affectation vers l'embarquement ferroviaire	1,5 h	24
S 11	MANUTENTION Chargement, déchargement pour embarquement ferroviaire	0,5 h	24
S 12	TRANSPORT LOGISTIQUE VOIE FERREE déplacement vers le lieu de manoeuvre	20 h	24

S 13	MANUTENTION déchargement, chargement embarquement ferroviaire	0,5 h	24
S 14	EMPORT POUR MANOEUVRE déplacement du lieu de débarquement vers la zone de manoeuvre	1,5 h	24
S 15	EXPLOITATION DU SYSTEME TYPE MANOEUVRE exploitation interarmes	5 j	24
S 16	EMPORT EN UTILISATION TACTIQUE déplacement tactique en cours de manoeuvre	1 h	36
S 17	EMPORT POUR MANOEUVRE déplacement du lieu d'affectation vers le lieu de manoeuvre	46 h	12
S 18	EMPORT POUR ACHEMINEMENT HORS METROPOLE déplacement vers le lieu d'embarquement, débarquement air/mer	2 à 8 h	6
S 19	MANUTENTION chargement, déchargement sur le lieu d'embarquement	2 h	6
S 20.1	TRANSPORT LOGISTIQUE PAR VOIE MARITIME transport par porte conteneur vers le lieu de destination	30 j	6
S 20.2	TRANSPORT LOGISTIQUE PAR VOIE AERIENNE transport vers le lieu d'utilisation hors métropole	48 h	6
S 21	MANUTENTION déchargement, chargement sur le lieu de débarquement ou d'embarquement	2 h	6
S 22	EMPORT VERS LE LIEU D'UTILISATION HORS METROPOLE déplacement du lieu de débarquement vers le lieu d'utilisation	4 h	6
S 23	MATERIEL EN DISPONIBILITE HORS METROPOLE en attente d'exploitation	4 j	3
S 24	EMPORT VERS LE LIEU D'UTILISATION HORS METROPOLE déplacement vers le lieu d'exploitation 5 h	6	6
S 25	EXPLOITATION DU SYSTEME HORS METROPOLE utilisation tactique	10 mois	3
S 26	EMPORT POUR UTILISATION TACTIQUE HORS METROPOLE déplacement tactique	2 h	40

Exemples de tableau de synthèse des agents d'environnement

Tableau de synthèse des agents d'environnement		ENVIRONNEMENT MECANIQUE																	
		Chocs	Vibrations Structures	Accélérations constantes	Compressions statiques	Déformations statiques	Mouvement de plate-forme	Dévers pente	Vibrations acoustiques	Souffle									
S1	Manutention	●																	
S2.1	Transport logistique par voie routière	●	●	●															
S2.2	Transport logistique par voie ferrée	●	●	●															
S3	Manutention	●																	
S4.1	Stockage courte durée																		
S4.2	Stockage longuedurée																		
S5	Destockage																		
S6	Contrôle de bon fonctionnement																		
S7	Matériel en disponibilité																		
S8	Emport pour entraînement	●	●	●															
S9	Exploitation du système type entraînement																		
S10	Emport pour manœuvre	●	●	●															
S11	Manutention	●																	
S12	Transport logistique par voie ferrée	●	●	●															
S13	Manutention	●																	

3. DÉCOUPAGE EN LOTS D'ENVIRONNEMENT

3.1 Principe général

Pour un lot de tâches donné, on identifie :

- les "Entrées"
 - Données brutes au titre de la phase considérée prises en compte directement par les experts Environnement
 - Données traitées au titre de la phase considérée par des experts autres que ceux du domaine de l'environnement, dont certaines proviennent du retour d'expérience.
 - Spécifications de départ de la phase considérée

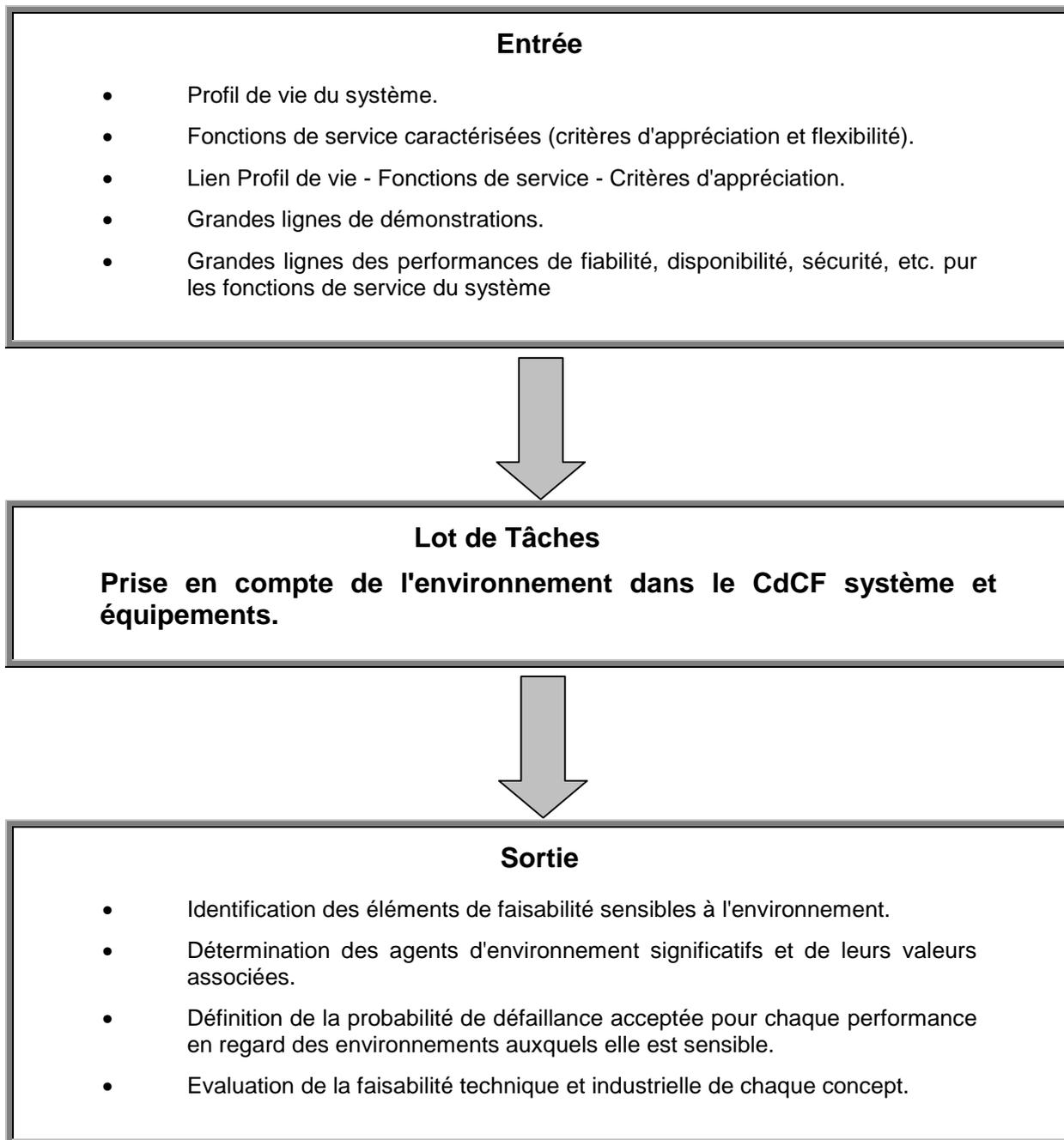
- le "Lot de Tâches Environnement"
 - Le titre et la référence du lot de tâche "Prise en compte de l'Environnement" dans la phase considérée.
 -

- les "Sorties"
 - Les éléments propres à l'environnement et provenant du résultat d'actions menées par les experts en Environnement.
 - Eventuellement certaines de ces actions ont été menées avec des experts d'autres domaines, par exemple ceux de la Sécurité de fonctionnement.

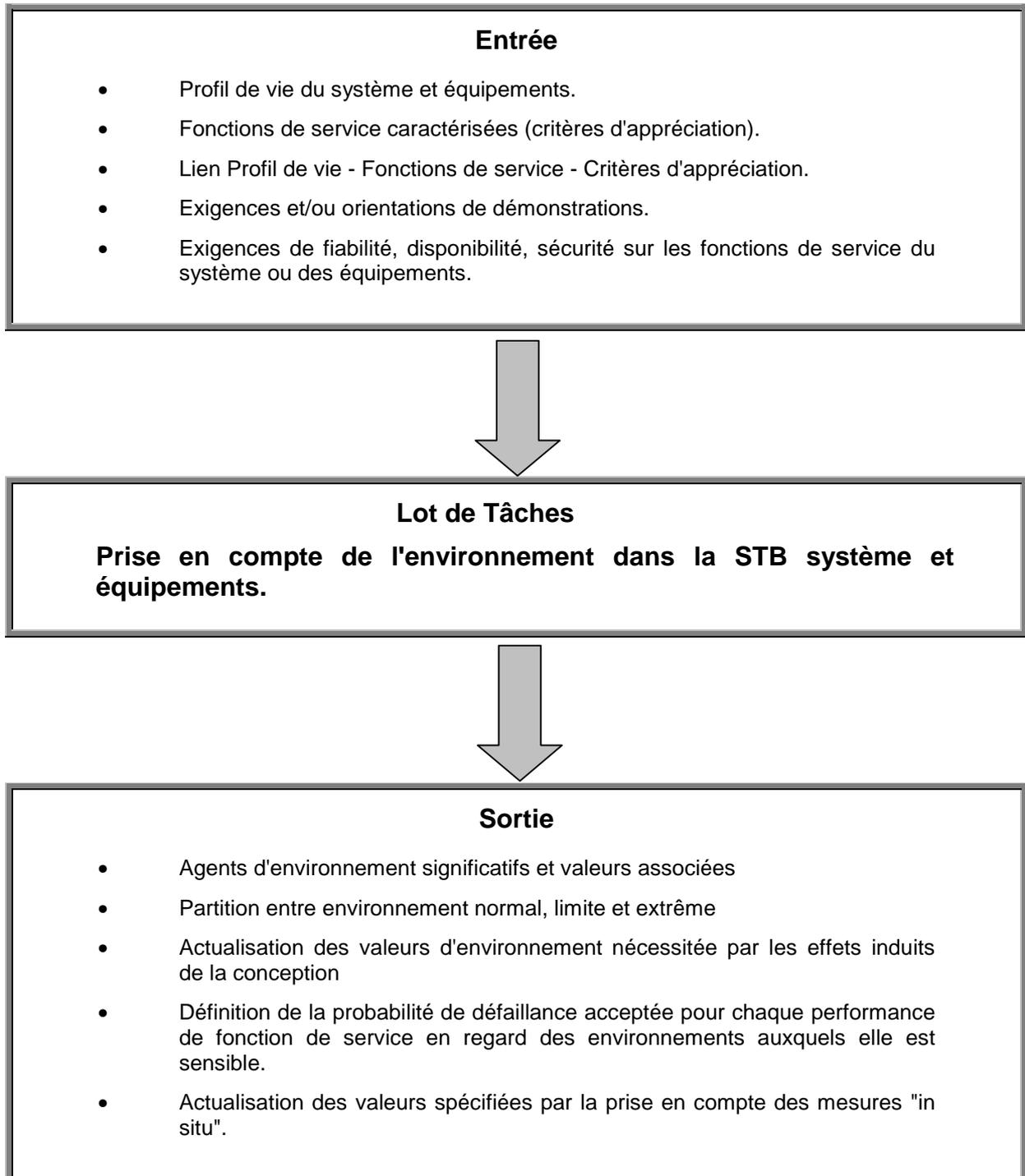
Détail pour chaque lot de tâches

Le détail de chaque lot de tâches figure sur les pages suivantes.

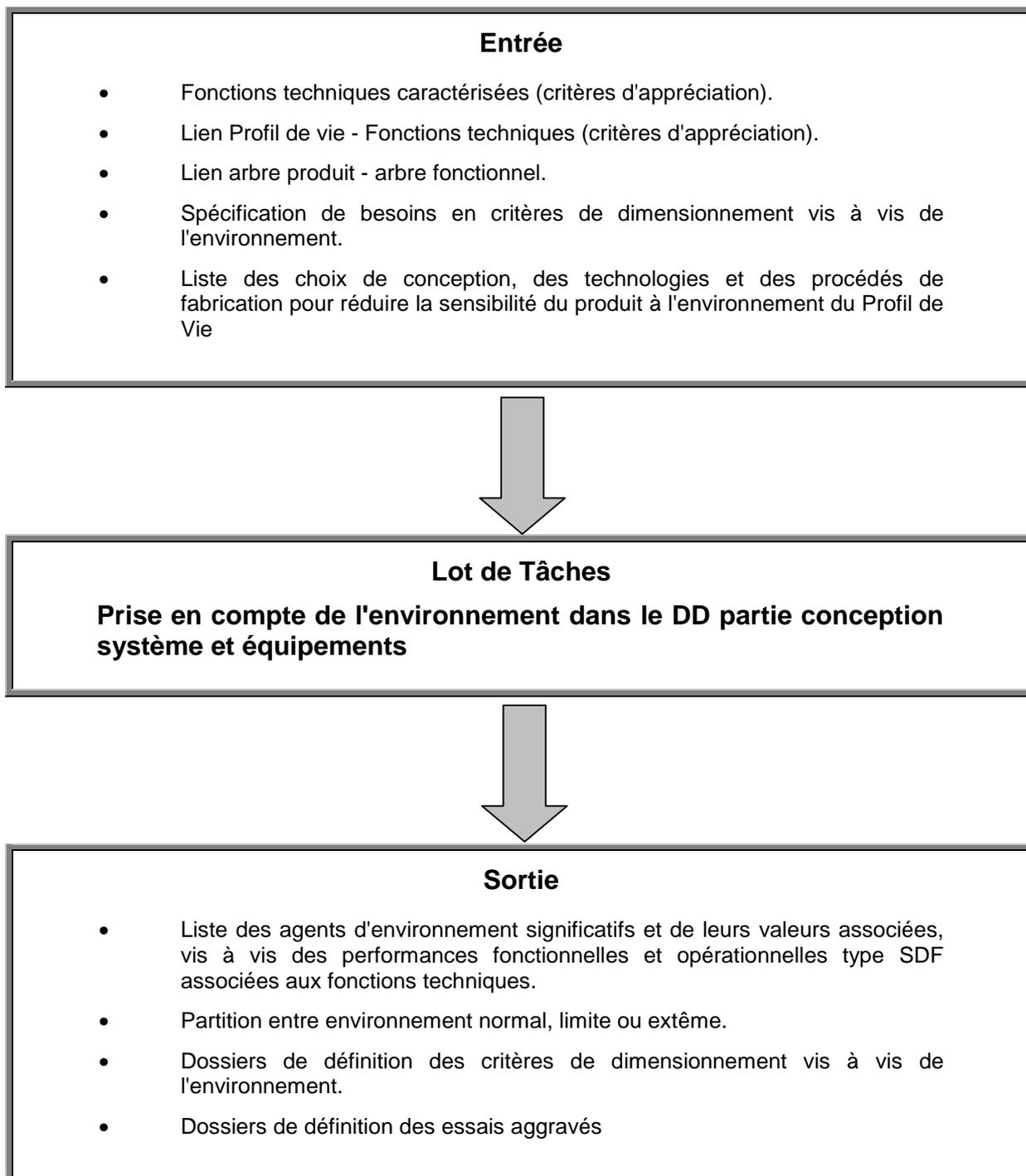
3.2 Prise en compte de l'environnement dans le CdCF système et équipements



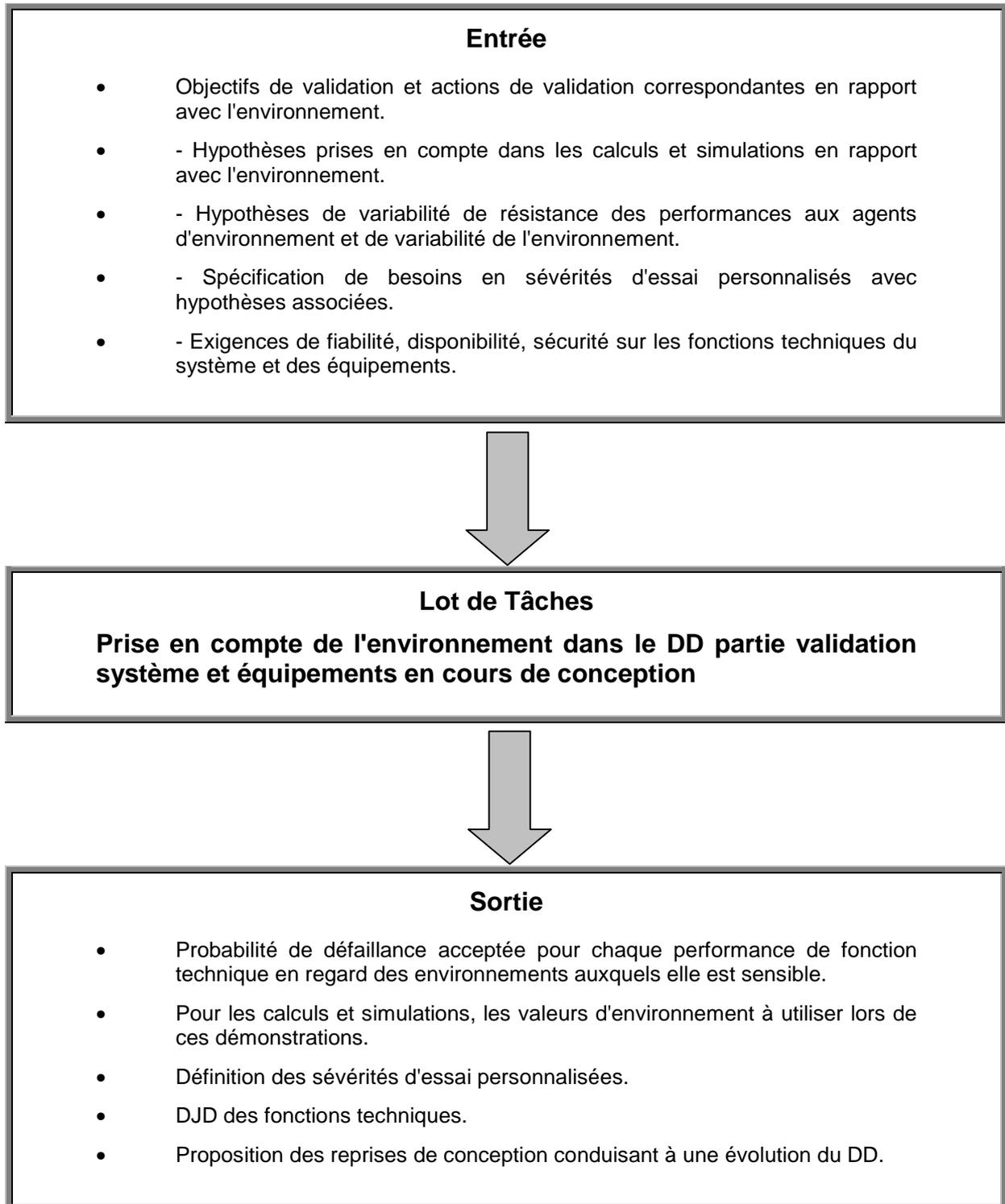
3.3 Prise en compte de l'environnement dans la STB système et équipements



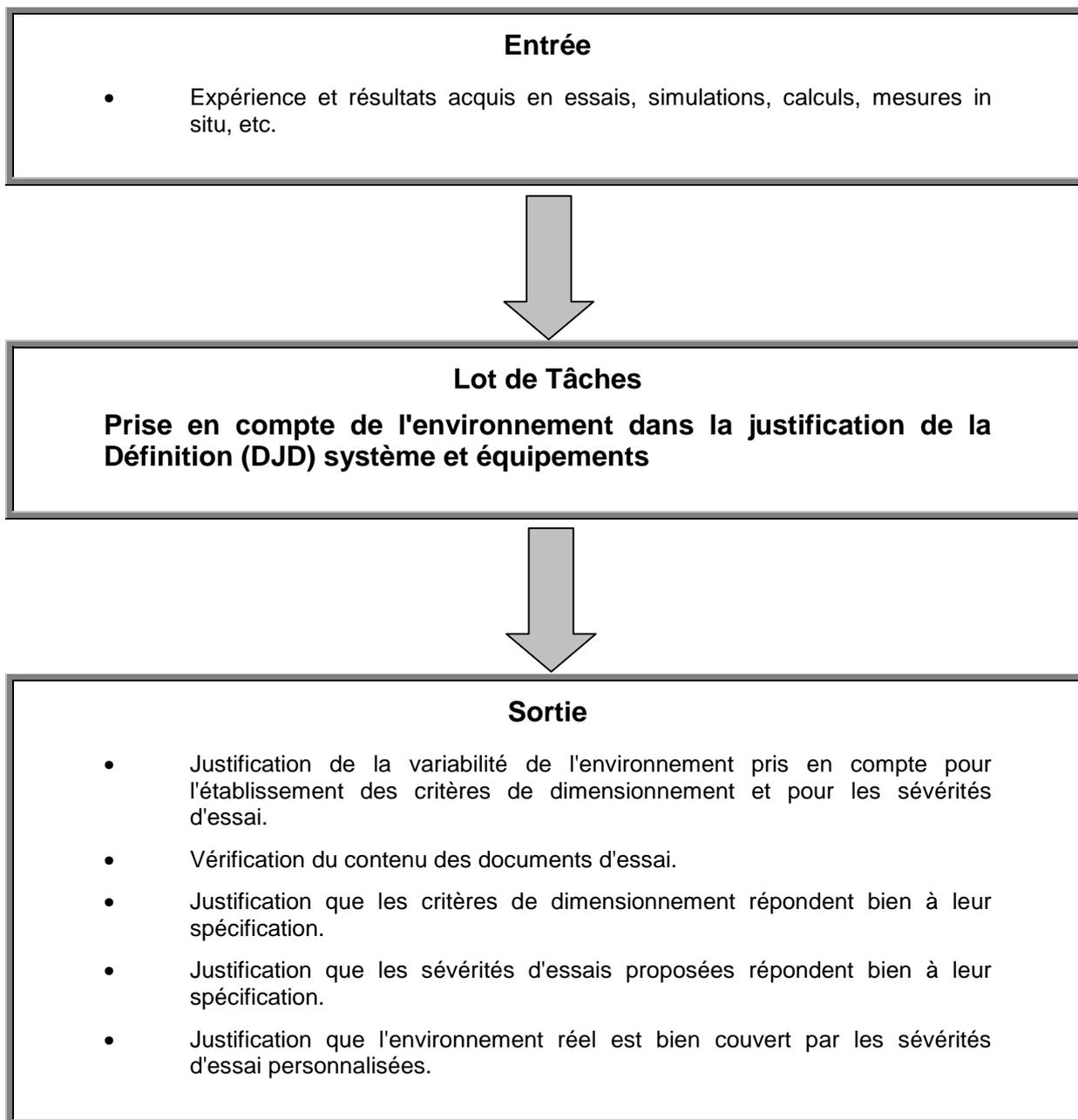
3.4 Prise en compte de l'environnement dans le DD partie conception système et équipements



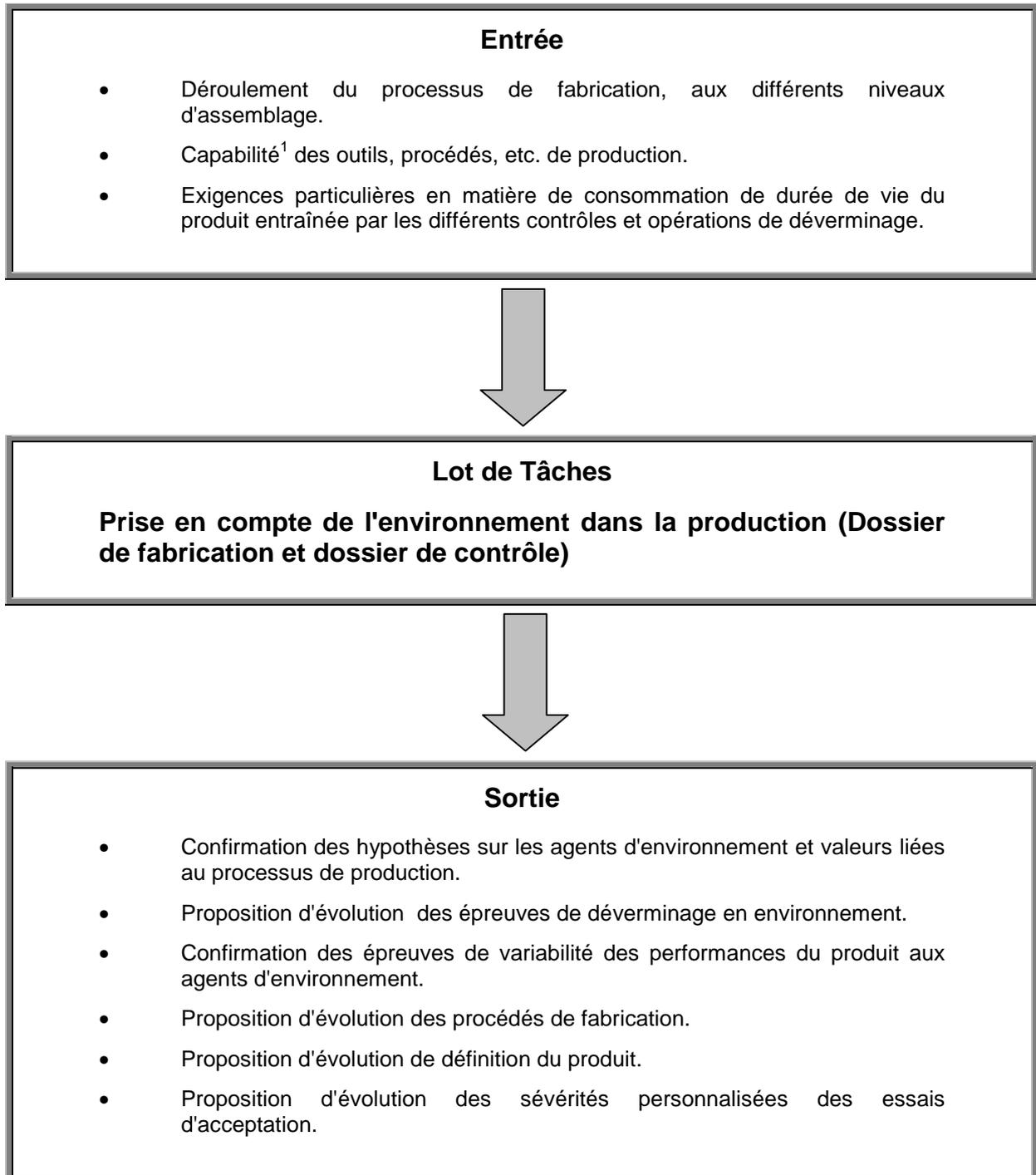
3.5 Prise en compte de l'environnement dans le DD partie validation système et équipements en cours de conception



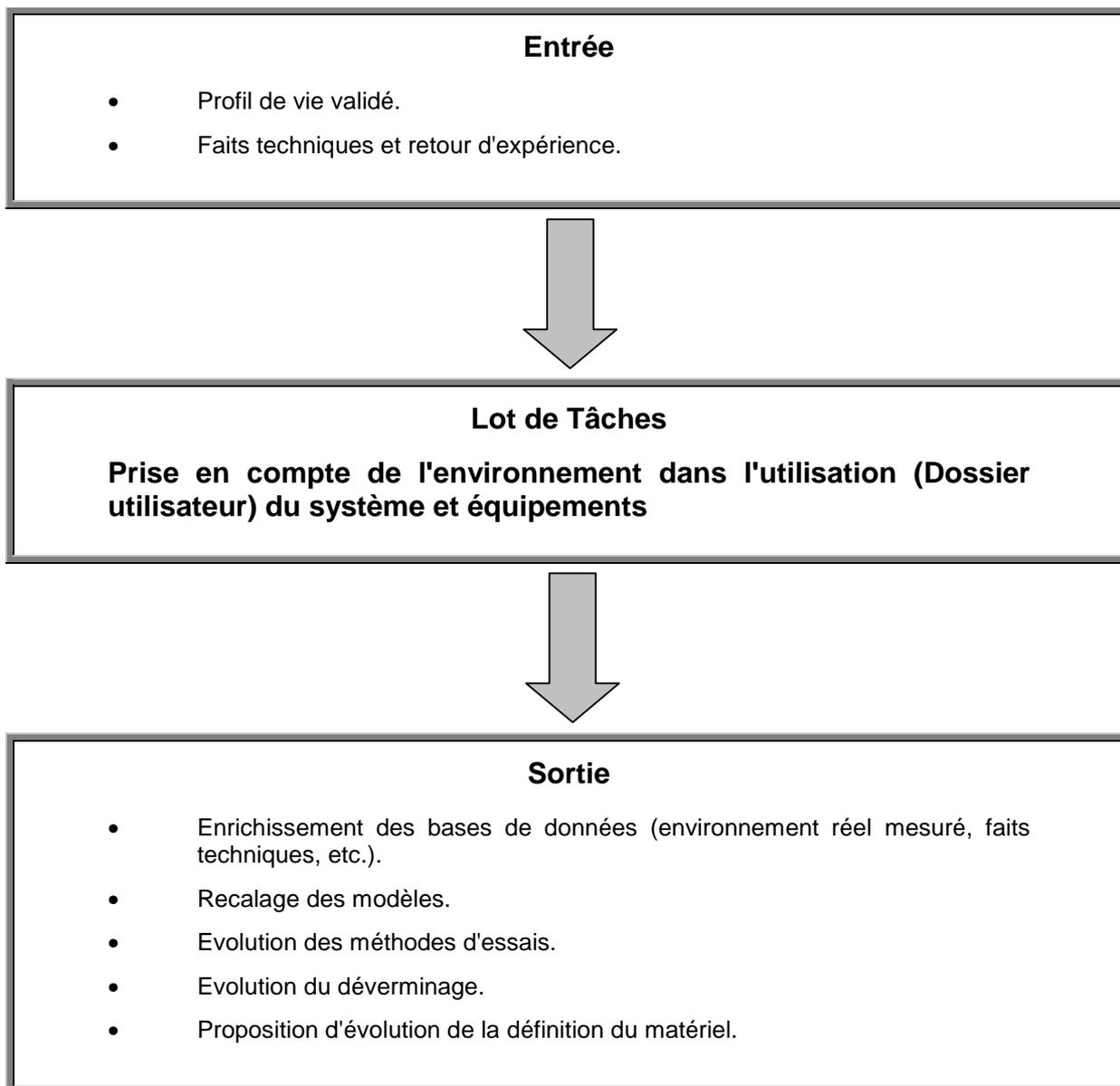
3.6 Prise en compte de l'environnement dans la justification de la Définition (DJD) système et équipements



3.7 Prise en compte de l'environnement dans la production (Dossier de fabrication et dossier de contrôle)



3.8 Prise en compte de l'environnement dans l'utilisation (Dossier utilisateur) du système et équipements



- Valeurs d'environnement rencontrées au cours des phases de déroulement d'un programme et autres valeurs qui s'en déduisent (critères de dimensionnement, sévérité d'essais, etc.)

Les valeurs d'environnement et les valeurs qui s'en déduisent prennent différentes formes tout au long des phases de déroulement d'un programme.

Le tableau ci-après en donne une vue globale, tout en précisant pour chaque phase du programme :

- - le niveau d'assemblage correspondant,
- - le type de fonction concernée (de service ou technique),
- - les renseignements qui sont nécessaires pour transformer les valeurs "d'entrée" en valeurs de "sortie",
- - les observations particulières.

4. VALEURS D'ENVIRONNEMENT RENCONTRÉES AU COURS DES PHASES DE DÉROULEMENT D'UN PROGRAMME ET AUTRES VALEURS QUI S'EN DÉDUISENT (CRITÈRES DE DIMENSIONNEMENT, SÉVÉRITÉ D'ESSAIS, ...)

Phase du programme		Valeurs d'environnement/ou valeurs qui en découlent		Niveau d'assemblage	Fonctions concernées		Renseignements nécessaires	Observations particulières
		en entrée	en sortie		service	technique		
Faisabilité conduisant au CdCF		valeurs type provenant de répertoires, de bases de données, ... valeurs refuge valeurs issues de modèles de calcul n valeurs mesurées pour un événement, une situation donnée	1 valeur représentant chaque événement ou situation	système	●		profil de vie système description des fonctions de service hypothèses sur modèles de comportement niveau de confiance sur l'intervalle de confiance du CVE	les données seront décrites pour une situation, événement donné, sous la forme de valeurs, ensemble de valeurs (spectre ...) auxquelles sera associé un niveau de confiance et une loi statistique soit supposée, soit estimée à partir de mesures.
Définition conduisant à la STB		valeurs précédentes (CdCF) réactualisées par de nouvelles mesures ou évaluations des valeurs la prise en compte des effets induits par les choix de conception indication du domaine normal, limite ou extrême d'appartenance de la valeur	idem ci dessus ces valeurs constituent les valeurs d'environnement spécifiées	tous niveaux	●		profil de vie tous niveaux d'assemblage ensuite idem ci dessus	idem CdCF
Développement	conception (conduisant au DD)	valeurs d'environnement spécifiées en STB aux différents niveaux d'assemblage	critères de dimensionnement	tous niveaux		●	description des fonctions techniques probabilité de défaillance tolérée CVR déterministe provenant de répertoires ou estimé avec niveau de confiance sur l'encadrement	les valeurs d'environnement spécifiées en regard d'une situation, d'un événement seront synthétisées par regroupement de plusieurs événements ou situations et conduiront à des valeurs d'environnement retenues ces valeurs devront permettre d'orienter des choix de conception
	validation de la conception (conduisant à DJD des fonctions techniques)	idem ci dessus	valeurs d'environnement retenues à utiliser pour les calculs et simulations sévérités d'essais personnalisées	tous niveaux		●	idem ci dessus et de plus : niveau de confiance sur l'intervalle de confiance de la résistance moyenne de la performance à l'agent d'environnement considéré nombre de matériels identiques soumis à un essai donné	idem ci dessus ces valeurs seront utilisées, soit dans les calculs et simulations, soit pour élaborer les sévérités d'essais personnalisées
	validation du développement (conduisant au DJD des fonctions de service)	idem ci-dessus	idem ci dessus mais pour fonctions de service	tous niveaux	●		idem ci dessus mais pour fonctions de service	idem ci dessus les valeurs actualisées seront comparées aux valeurs correspondantes initialement retenues. En cas de dépassement, on actualisera si nécessaire les valeurs qui s'en déduisent
Production		mesures d'environnement caractérisant certains événements du processus de production	valeurs retenues synthétisées par événement significatif du processus de production spécifications d'acceptation	tous niveaux		●	déroulement du processus de production probabilité de défaillance tolérée en regard des environnements significatifs générés par le processus de production	les valeurs synthétisées par événement significatif du processus de production seront comparées aux valeurs synthétisées de même nature du profil de vie. En cas de dépassement, on actualisera, si nécessaire les valeurs qui s'en déduisent

