

ANNEXE GENERALE CLIMATIQUE

TOME 5

EXEMPLES DE DETERMINATION DE LA PRISE EN COMPTE DE L'ENVIRONNEMENT CLIMATIQUE



SOMMAIRE

1	EXE	MPLE 1: EXEMPLE: ELABORATION D'UN PROFIL DE VIE	D'UN
	EQU	VIPEMENT DU DOMAINE CIVIL	<u>4</u>
	<u>1.1</u>	Etape 1 : profil de vie	<u>4</u>
	1.1.1	Analyse du texte décrivant le profil de vie	5
	1.1.2	2 Détermination des occurrences	5
	1.1.3	3 Caractérisation des situations	9
	<u>1.2</u>	Etape 2 : caractérisation des environnements	<u>36</u>
	<u>1.3</u>	Etape 3 : Synthèse des environnements à simuler	<u>41</u>
	1.3.1	Approche selon le fascicule 2311	41
	1.3.2	2 Approche suivant le tome 6	41
	<u>1.4</u>	Etape 4 : choix des essais et des environnements d'essai	<u>41</u>
	1.4.1	Approche selon le fascicule 2311	41
	1.4.2	2 Approche suivant le tome 6	43
<u>2</u>	EXE	MPLE 2 : TRAITEMENT D'UN PROFIL DE VIE D'UNE CAISS	E DE
	MU	NITION	<u>44</u>
	<u>2.1</u>	Etape N°1 Etablissement du profil de vie.	<u>44</u>
	<u>2.2</u>	Etape 2 : caractérisation des environnements	<u>46</u>
	<u>2.3</u>	Etape 3 : Synthèse des environnements à simuler	<u>52</u>
<u>3</u>	EXE	MPLE N°3: PRESENTATION DE SEQUENCES D'ESSAIS	<u>53</u>
<u>4</u>		MPLE 4 PROVENANT DE L'AECTP 100: DÉTERMINATION DE GRAMME D'ESSAI SÉQUENTIEL -	D'UN <u>56</u>
	4.1	Une démonstration du processus	<u>56</u>
	4.2	Phase 1 . Passer en revue les entrées et compiler la liste des environn	
	7.2	critiques (étape 1-4)	<u>56</u>
	<u>4.3</u>	Phase 2 Améliorations des environnements critiques et élaboration d'ur	ne liste
		séquentielle d'essais et sévérités (étape 5-6)	<u>56</u>
	<u>4.4</u>	Phase 3. Améliorer l'ensemble des méthodes d'essai et des sévérités (étape 7-8	<u>8)57</u>
	<u>4.5</u>	Phase 4. Prendre en compte les limitations d'essais et les contraintes de prog	
		<u>(étape 9-10)</u>	<u>57</u>
<u>5</u>	EXE	MPLE N°5 BASÉ SUR LA DÉMARCHE EN 4 GROUPES DE TACHES	<u>63</u>
	<u>5.1</u>	Attendu au départ	<u>63</u>
	<u>5.2</u>	Spécification du besoin	<u>63</u>
	<u>5.3</u>	<u>Premier groupe de taches</u>	<u>64</u>
	5.3. 1	I dentification des différentes situations du profil de vie	64



5.3.2	Arborescence fonctionnelle	65
5.3.3	Quantification des performances	67
5.3.4	Arborescence technique	68
<u>5.4</u>	Groupe de taches	<u>70</u>
5.4.1	Caractérisation des situations par des agents d'environnement	70
5.4.2	Détermination des valeurs de chacun des agents d'environnement	70
<u>5.5</u> <u>3</u>	ème groupe de taches	<u>72</u>
5.5.1	Actions en conception	72
5.5.2	Action de validation	72
<u>5.6</u> <u>E</u>	<u>Ctablissement du programme de validation</u>	<u>73</u>
<u>5.7</u> (Conclusion	<u>73</u>

1 <u>EXEMPLE 1 : EXEMPLE : ELABORATION D'UN PROFIL DE VIE D'UN</u> ÉQUIPEMENT DU DOMAINE CIVIL

1.1 Etape 1 : profil de vie

Cet exemple concerne essentiellement l'élaboration du profil de vie prévu à l'étape 1 de la démarche de PCEM du profil de vie et concerne une application tirée du domaine civil : l'équipement concerné est un système de mesure de la qualité de l'air

Un organisme chargé de la surveillance de la qualité de l'air en agglomérations souhaite faire l'acquisition d'un système de mesure lui permettant d'évaluer la teneur de l'atmosphère urbaine en polluants.

Il faut rédiger la spécification technique de besoin pour le compte de cet organisme et spécifiquement des éléments relatifs à la prise en compte des contraintes de l'environnement subi par le matériel.

La centrale de mesure permettra l'acquisition simultanée de 5 voies de mesure. La configuration et les résultats de mesure seront stockés sur un support informatique pour un traitement ultérieur. Une restitution immédiate sur support papier devra être possible.

Des laboratoires existent dans les villes A, B, C, D et E.

Le matériel sera basé dans laboratoire de la ville A. La durée de vie souhaitée est de 5 ans.

Le système de mesure sera utilisé dans l'un des « véhicules laboratoire » (camion ou véhicule léger existants). Il pourra être utilisé véhicule à l'arrêt (60 % du temps) ou véhicule en déplacement (40 % du temps).

Chaque année, le matériel sera utilisé une fois par chacun des quatre laboratoires des villes B à E. Son acheminement sera fait :

- par voie aérienne vers B,
- par voie routière vers C,
- par voie ferrée vers D et E.

Le raccordement des chaînes de mesure sera fait une fois par an. La durée d'indisponibilité ne dépassera pas une semaine pour cette opération.

Les hypothèses retenues pour l'élaboration du profil de vie sont :

- l'ensemble des chiffres donnés ci-après est valable pour un système de mesure de pollution atmosphérique utilisé par un laboratoire parisien sur sa durée de vie (5 ans).
- utilisation conventionnelle:
 - Dans 60% des cas, les mesures seront effectuées véhicule arrêté.
 - Dans 40% des cas, les mesures seront effectuées véhicule roulant.
- situation d'emploi spécifique :
 - Le système doit pouvoir subir, au cours de sa vie, 4 déplacements dans les villes B à E de 2 semaines au maximum par an, à raison de 4 jours ½ d'utilisation par semaine.
 - Les transferts se font depuis le laboratoire de A vers des laboratoires des villes B, C, D et E. Les acheminements du système vers les laboratoires B, C, D et E se feront par voie aérienne si la distance est supérieure à 600 km (B), par voie routière si la distance est inférieure à 400 km (C) et par voie ferrée dans les autres cas avec les liaisons nécessaires, et sont assurés par les utilisateurs.
- maintenance (étalonnage) :



Une semaine par an, le système subira un étalonnage.

1.1.1 Analyse du texte décrivant le profil de vie

L'analyse du texte ci-dessus conduit à la constitution du graphe du profil de vie de la figure 1.

1.1.2 Détermination des occurrences

Il est important de déterminer le nombre de passages dans chaque situation, c'est-à-dire dans chaque branche de ce graphe. Ce nombre est noté sur la figure 1 dans chacune des branches et est rappelé dans le tableau d'occurrence 1 qui suit.

On pourra valider les nombres d'occurrence de chaque branche en vérifiant que la somme des « entrants » est égale à la somme des « sortants » au niveau de chacun des nœuds de ce graphe.

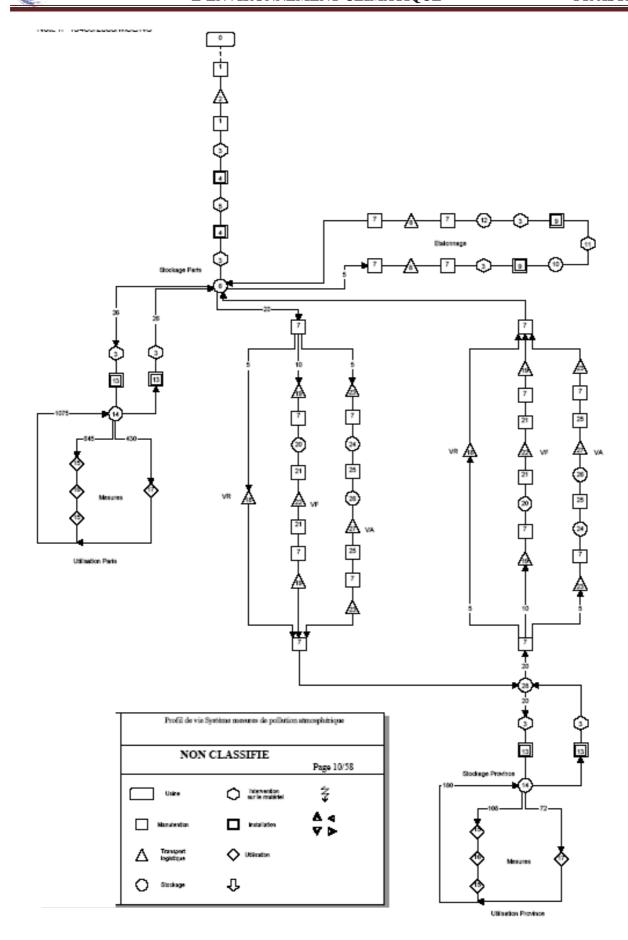


Figure 1:Profil de vie d'un système de mesure de la qualité de l'air



Tableau des Occurrences

Numéro situati			Type		Libellé	Occurrence	Durée
1	Α	Manutention			Chargement / Déchargement dans véhicule pour trajet usine/laboratoire	2	5 min
2	Α	Transport logistique	par voie routière		Transport usine/laboratoire	1	30 min
3	Α	Intervention sur le matériel	•		Entrée / Sortie du système de son coffret de transport	104	5 min
4	Α	Mise à poste	•		Cablage / Décablage pour recette fonctionnelle	2	2 h
5	Α	Intervention sur le matériel			Recette fonctionnelle	1	8 h
6	Α	Stockage	•		Stockage pricipal au laboratoire parisien		1920 h en 52 fois
7	Α	Manutention		-	Chargement / Déchargement pour transfert du système	160	5 min
8	Α	Transport logistique	par voie routière		transport logistique pour étalonnage	10	30 min
9	Α	Mise à poste			Installation / Désinstallation au banc d'étalonnage	10	2 h
10	Α	Stockage			En attente d'étalonnage à poste sous tension	5	12 h
11	Α	Intervention sur le matériel			Etalonnage du système	5	16 h
12	Α	Stockage			En attente de départ au laboratoire dans son coffret de transport		352 h 30 min en 5 fois



Tableau des Occurrences

PR ASTE 01-02

Numéro de situation		Туре	Libellé	Occurrence	Durée
13 A	Mise à poste		Installation / Désinstallation du système dans véhicule de mesures	92	2 h
14 A	Stockage		Attente à poste, dans hangar véhicule		3,4 ans en 1301 fois
15 A	Emport tactique	par voie routière .	Transfert du système sur le lieu de mesures	1506	30 min
16 A	Emport tactique	sur poste fixe .	Mesure à l'arrêt	753	7 h
17 A	Emport tactique	par voie routière .	Mesure en roulant	502	8 h
18 A	Transport logistique	par voie routière .	transport logistique Paris/Province	10	4 h 30 min
19 A	Transport logistique	par voie routière .	transport logistique entre la gare et le laboratoire	40	20 min
20 A	Stockage		Attente à la gare	20	30 min
21 A	Manutention	•	Chargement / Déchargement du train	40	5 min
22 A	Transport logistique	par voie ferrée .	transport logistique Paris/Province en train	20	4 h
23 A	Transport logistique	par voie routière .	Transport logistique entre l'aéroport et le laboratoire	20	30 min
24 A	Stockage		Attente à l'aéroport	10	1 h

PR ASTE 01-02



	Tableau des Occurrences						
Numéro situati			Туре		Libellé	Occurrence	Durée
25	Α	Manutention			Chargement / Déchargement en soute	20	15 min
26	Α	Stockage			Attente en soute avant décollage	10	30 min
27	Α	Transport logistique	par voie aérienne		Transport logistique Paris/Province en avion	10	1 h 30 min
28	Α	Stockage			Stockage principal en Province		1280 h en 40 fois

Tableau 1: Tableau des occurrences du système de mesure de la qualité de l'air

1.1.3 Caractérisation des situations

Chacune des situations doit être caractérisée. Les fiches ci après constituent un exemple de caractérisation.



Système de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition 1- Indice A du 19/12/2000 - page 17/58
Définition de la situation	Fiche de situation n° 2
Transport logistique par voie routière	Transport usine/laboratoire Occurrence: 1 Durée: 30 min
Moyens et infrastructures moyen: voiture légère abris: sans objet Emballage type: emballage logistique caratéristique: à définir (par l'industriel) Configuration de l'emballage ou du matériel orientation: longitudinale (axe long // axe déplacement)	Profil et conditions de vol, d'emport ou de transport Sans objet Configuration du matériel Etat : hors tension, hors fonctionnement Conditions NBC nucléaire bactériologique chimique Conditions imposées et /ou remarques
gerbage : pas de gerbage arrimage : libre Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13 Z1	// Pays :



ystème de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition 1-	- Indice A du 19/12/2000 - page 18/5
Définition de la situation	Fiche de situation n° 3	
Intervention sur le matériel	Entrée / Sortie du système de son coffret de transport	Occurrence: 104 Durée: 5 min
Moyens et infrastructures moyen: manuelle abris: à ciel ouvert Embullage type: emballage logistique caratéristique: à définir (par l'industriel) Configuration de l'emballage ou du matériel	Profil et conditions de vol, d'emport ou de transport Sans objet Configuration du matériel Etat : hors tension, hors fonctionnement Conditions NBC nucléaire bactériologique	
orientation: longitudinale (axe long // axe déplacement) gerbage: sans objet Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13 Z1 ○ Z4 ○ Z7 ○ Z9 ○ Z10 ○ Z12 ○ Ville Z2 ○ Z5 ○ Z8 ○ Z11 ○ Z13 ○ Z14 ○ Z15 ○ Z16 ○ Z17 ○ Z16 ○ Z17 ○ Z17 ○ Z17 ○ Z18 ○ Z17 ○ Z18 ○ Z	Conditions imposées et /ou remarques	
Zones d'utilisation - Définition STANAG 4370 A1		



ystème de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition 1- Indice A du 19/12/2000 - page 19/5
Définition de la situation	Fiche de situation n° 4
Mise à poste	ablage / Décablage pour recette fonctionnelle Occurrence: 2 Durée: 2 h
Moyens et infrastructures moyen : manuelle abris : en laboratoire climatisé Emballage type : matériel nu caratéristique : sans objet Configuration de l'emballage ou du matériel orientation : longitudinale (axe long // axe porteur) gerbage : sans objet arrimage : sans objet	Profil et conditions de vol, d'emport ou de transport Sans objet Configuration du matériet Etat : sous tension, hors fonctionnement Conditions NBC nucléaire bactériologique chimique Conditions imposées et /ou remarques
Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13	ys:
Zones d'utilisation - Définition STANAG 4370	



ystème de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition 1- In	dice A du 19/12/2000 - page 20/5	
Définition de la situation	Fiche de situation n° 5		
Intervention sur le matériel	Recette fonctionnelle	Occurrence: 1 Durée: 8 h	
moyen: banc de contrôle fixe abris: en laboratoire climatisé Emballage type: matériel nu caratéristique: Configuration de l'emballage ou du matériel orientation: sans objet gerbage: sans objet arrimage: libre	Profil et conditions de vol, d'emport ou de transport Sans objet Configuration du matériel Etat : en fonctionnement Conditions NBC nucléaire bactériologique	chimique []	
Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13 Z1	7/Pays;		



stème de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition	1- Indice A du 19/12/2000 - page 21
Définition de la situation	Fiche de situation n° 6	
Stockage	Stockage pricipal au laboratoire parisien	Occurrence : Durée : 1920 h en 52 fois
Moyens et infrastructures moyen: sans objet abris: en laboratoire climatisé Emballage type: emballage logistique caratéristique: sans objet Configuration de l'emballage on du matériel orientation: longitudinale (axe long // axe porteur) gerbage: pas de gerbage arrimage: libre	Profil et conditions de vol, d'emport ou de transparent Sans objet Configuration du matériel Etat : hors tension, hors fonctionnement	
Z2 O Z5 O Z8 O Z11 O Z13 O Z14 O	e / Pays :	
Zones d'utilisation - Définition STANAG 4370		



ystème de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition 1- Indice A du 19/12/2000 - page 22/5
Définition de la situation	Fiche de situation n° 7
Manutention	Chargement / Déchargement pour transfert du système Occurrence: 160 Durée: 5 min
moyen: manuelle abris: en laboratoire climatisé Emballage type: emballage logistique caratéristique: à définir (par l'industriel) Configuration de l'emballage ou du matériel orientation: sans objet gerbage: sans objet arrimage: sans objet Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13 Z1	Profil et conditions de vol. d'emport ou de transport Sans objet Configuration du matériel Etat: hors tension, hors fonctionnement Conditions NBC nucléaire bactériologique chimique Conditions imposées et /ou remarques
A1 ○ B1 ○ C0 ● C3 ○ M1 ○ Ville / Pays: A2 ○ B2 ○ C1 ○ C4 ○ M2 ○ A3 ● B3 ○ C2 ○ M3 ○	E=LRF



ystème de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition	1 - Indice A du 19/12/2000 - page 23/5
Définition de la situation	Fiche de situation n° 8	
Transport logistique par voie routière .	transport logistique pour étalonnage	Occurrence: 10 Durée: 30 min
Moyens et infrastructures moyen: voiture légère abris: sans objet Emballage	Profil et conditions de vol. d'emport ou de trans Sans objet Configuration du matériet Etat : hors tension, hors fonctionnement	
type: emballage logistique caratéristique: à définir (par l'industriel) Configuration de l'emballage ou du matériel	Conditions NBC nucléaire bactériologie	que 🗆 chimique 🗖
orientation: longitudinale (axe long // axe porteur) gerbage: pas de gerbage arrimage: libre	Conditions imposées et /ou remarques	
Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13 Z1	/ Pays :	
Zones d'utilisation - Définition STANAG 4370 A1 ○ B1 ○ C0 ● C3 ○ M1 ○ Ville / Pays: A2 ○ B2 ○ C1 ○ C4 ○ M2 ○ A3 ● B3 ○ C2 ○ M3 ○		



stème de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition 1- Indice A du 19/12/2000 - page 25/
Définition de la situation	Fiche de situation n° 10
Stockage	En attente d'étalonnage à poste sous tension Occurrence: 5 Durée: 12 h
Moyens et infrastructures moyen: sans objet abris: en laboratoire climatisé Emballage type: matériel nu caratéristique: sans objet Configuration de l'emballage ou du matériel orientation: longitudinale (axe long // axe déplacement) gerbage: pas de gerbage arrimage: libre Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13 z1	Profil et conditions de vol, d'emport ou de transport Sans objet Configuration du matériel
Z2	



ystème de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition 1-	Indice A du 19/12/2000 - page 26/5
Définition de la situation	Fiche de situation n° 11	
Intervention sur le matériel	Etalonnage du système	Occurrence: 5 Durée: 16 h
Moyens et infrastructures moyen: banc de contrôle fixe abris: en laboratoire climatisé Emballage type: matériel nu caratéristique: sans objet Configuration de l'emballage ou du matériel orientation: longitudinale (axe long // axe déplacement gerbage: sans objet arrimage: sans objet Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13 Z1	Profil et conditions de vol, d'emport ou de transport Sans objet Configuration du matériel Etat : en fonctionnement Conditions NBC bactériologique nucléaire bactériologique Conditions imposées et /ou remarques Ville / Pays :	



ystème de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition 1- Indice A du 19/12/2000 - page 27/
Définition de la situation	Fiche de situation nº 12
Stockage	En attente de départ au laboratoire dans son coffret de transport Occurrence: Durée: 352 h 30 min en 5
moyen: sans objet abris: en laboratoire climatisé Emballage type: emballage logistique caratéristique: à définir (par l'industriel) Configuration de l'emballage ou du matériel orientation: longitudinale (axe long // axe porteur) gerbage: pas de gerbage arrimage: libre	Profil et conditions de vol, d'emport ou de transport Sans objet Configuration du matériel Etat: hors tension, hors fonctionnement Conditions NBC nucléaire bactériologique chimique Conditions imposées et /ou remarques
Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13	/Pays:



Système de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition 1- Indice A du 19/12/2000 - page 28/58
Définition de la situation	CREATERS AND ALCOHOLD AND ADDITIONAL AND ADDITIONAL AND ADDITIONAL
	Fiche de situation n° 13
Mise à poste	Installation / Désinstallation du système dans véhicule de mesures Occurrence: 92 Durée: 2 h
Moyens et infrastructures moyen: manuelle	Profil et conditions de vol, d'emport ou de transport Sans objet
abris : sous abri léger	Configuration du matériel
type: matériel nu caratéristique: sans objet	Etat : sous tension, hors fonctionnement Conditions NBC
Configuration de l'emballage ou du matériel orientation : longitudinale (axe long // axe porteur)	Conditions imposées et /ou remarques
gerbage: sans objet arrimage: sans objet	
Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13	Pays:
Zones d'utilisation - Définition STANAG 4370 A1	



ystème de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Editi	ion 1- Indice A du 19/12/2000 - page 29/
Définition de la situation	Fiche de situation n° 14	
Stockage	Attente à poste, dans hangar véhicule	Occurrence: Durée: 3,4 ans en 1301 foi
Moyens et infrastructures moyen: sans objet abris: sous abri léger fermé Emballage type: emballage logistique ouvert caratéristique: à définir (par l'industriel) Configuration de l'emballage ou du matériel orientation: longitudinale (axe long // axe porteur) gerbage: pas de gerbage arrimage: libre Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13	Profil et conditions de vol, d'emport on de tra Sans objet Configuration du matériet Etat : sous tension, hors fonctionneme Conditions NBC nucléaire bactériolog Conditions imposées et /ou remarques	nt
Z1	lle / Pays ;	



système de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition 1- I	ndice A du 19/12/2000 - page 30/58
Définition de la situation	Fiche de situation nº 15	
Emport tactique par voie routière .	Transfert du système sur le lieu de mesures	Occurrence: 1506 Durée: 30 min
Moyens et infrastructures moyen: véhicule léger abris: sans objet Emballage type: matériel nu caratéristique: sans objet Configuration de l'emballage ou du matériel orientation: sans objet gerbage: sans objet arrimage: libre Zones d'utilisation-Définition GAM EG 13 Z1	Profil et conditions de vol, d'emport ou de transport Sans objet Configuration du matériel Etat : sous tension, hors fonctionnement Conditions NBC nucléaire bactériologique Conditions imposées et /ou remarques	□ chimique □
Z1	/Pays:	
A1 O B1 O C0 C3 O M1 O Ville/Pays: A2 O B2 O C1 O C4 O M2 O A3 © B3 O C2 O M3 O		



système de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Ec	dition 1- Indice A du 19/12/2000 - page 31/5
Définition de la situation	Fiche de situation nº 16	
Emport tactique sur poste fixe .	Mesure à l'arrêt	Occurrence: 753 Durée: 7 h
Moyens et infrastructures moyen: Véhicule léger abris: sans objet Emballage type: matériel nu caratéristique: sans objet Configuration de l'emballage ou du matériel orientation: sans objet gerbage: sans objet arrimage: libre	Profil et conditions de vol, d'emport ou de Sans objet Configuration du matériel Etat : en fonctionnement Conditions NBC nucléaire bactério	logique chimique
Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13	fc/Pays:	



Système de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition	1- Indice A du 19/12/2000 - page 32/58
Définition de la situation	Fiche de situation n° 17	
Emport tactique par voie routière .	Mesure en roulant	Occurrence: 502 Durée: 8 h
Moyens et infrastructures moyen: véhicule léger abris: sans objet	Profil et conditions de vol, d'emport ou de transpo	ort
type : matériel nu caratéristique : sans objet Configuration de l'emballage ou du matériel	Conditions NBC pactériologique	ne 🖂 chimique 🗖
orientation: sans objet gerbage: sans objet arrimage: libre	Conditions imposées et /ou remarques	
Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13	Pays:	
Zones d'utilisation - Définition STANAG 4370 A1 ○ B1 ○ C0 ● C3 ○ M1 ○ Ville / Pays : A2 ○ B2 ○ C1 ○ C4 ○ M2 ○ A3 ● B3 ○ C2 ○ M3 ○		



Système de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition	1 - Indice A du 19/12/2000 - page 33/5
Définition de la situation	90000 W W W	
	Fiche de situation nº 18	
Transport logistique par voie routière	transport logistique Paris/Province	Occurrence: 10 Durée: 4 h 30 min
Moyens et infrastructures moyen : voiture légère abris : sans objet	Profil et conditions de vol, d'emport ou de transp Sans objet Configuration du matériei	port
type: emballage logistique caratéristique: à définir (par l'industriel)	Etat : hors tension, hors fonctionnement Conditions NBC nucléaire bactériologiq	ue 🗆 chimique 🗀
orientation: longitudinale (axe long // axe porteur) gerbage: pas de gerbage arrimage: libre	Conditions imposées et /ou remarques	
Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13	/ Pays:	
Zones d'utilisation - Définition STANAG 4370		



ystème de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition 1- Indice A du 19/12/2000 - page 34/5
Définition de la situation	Fiche de situation n° 19
Transport logistique par voie routière .	transport logistique entre la gare et le laboratoire Occurrence: 40 Durée: 20 min
moyen: voiture légère abris: sans objet Emballage type: emballage logistique caratéristique: à définir (par l'industriel) Configuration de l'emballage ou du matériel orientation: longitudinale (axe long // axe porteur) gerbage: pas de gerbage arrimage: libre	Profil et conditions de vol. d'emport ou de transport Sans objet Configuration du matériel Etat : hors tension, hors fonctionnement Conditions NBC nucléaire bactériologique chimique Conditions imposées et /ou remarques
Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13	/ Pays:



ystème de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition 1- Indice A du 19/12/2000 - page 35/58
Définition de la situation	
	Fiche de situation n° 20
Stockage A	Occurrence: 20 Durée: 30 min
Moyens et infrastructures moyen: sans objet abris: sous abri	Profil et conditions de vol, d'emport ou de transport Sans objet Configuration du matériel
type: emballage logistique caratéristique: à définir (par l'industriel)	Etat : hors tension, hors fonctionnement Conditions NBC nucléaire bactériologique chimique
orientation: longitudinale (axe long // axe porteur) gerbage: pas de gerbage arrimage: sans objet	Conditions Imposées et /ou remarques
Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13	ays:
Zones d'utilisation - Définition STANAG 4370 A1 ○ B1 ○ C0 ● C3 ○ M1 ○ Ville/ Pays : A2 ○ B2 ○ C1 ○ C4 ○ M2 ○ A3 ● B3 ○ C2 ○ M3 ○	



ystème de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition	1 - Indice A du 19/12/2000 - page 36/5
Définition de la situation	Fiche de situation n° 21	
Manutention	Chargement / Déchargement du train	Occurrence: 40 Durée: 5 min
moyen: manuelle abris: à ciel ouvert Emballage type: emballage logistique caratéristique: à définir (par l'industriel) Configuration de l'emballage ou du matériel orientation: longitudinale (axe long // axe déplacement) gerbage: pas de gerbage arrimage: libre	Profil et conditions de vol, d'emport ou de trans Sans objet Configuration du matériel Etat : hors tension, hors fonctionnement Conditions NBC nucléaire bactériologique Conditions imposées et /ou remarques	
Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13	Pays:	
A1 B1 C0 C3 M1 Ville/Pays: A2 B2 C1 C4 M2 A3 B3 C2 M3		



Note nº 10403/2000/MSL/NC - Editi	on 1- Indice A du 19/12/2000 - page 37/58
Fiche de situation n° 22	
transport logistique Paris/Province en train	Occurrence: 20 Durée: 4 h
Configuration du matériel Etat : hors tension, hors fonctionnemer Conditions NBC nucléaire bactériolog Conditions imposées et /ou remarques	nt
	Fiche de situation n° 22 transport logistique Paris/Province en train Profil et conditions de vol, d'emport ou de tra Sans objet Configuration du matériel Etat : hors tension, hors fonctionnement Conditions NBC nucléaire bactériolog



stème de mesure de pollution atmosphérique - Définition de la situation	Note n° 10403/2000/MSL/NC - Edition 1- Indice A du 19/12/2000 - page
Pelinator de la stradivir j	Fiche de situation n° 23
Transport logistique par voie routière	Fransport logistique entre l'aéroport et le laboratoire Occurrence: 20 Durée: 30 min
Moyens et infrastructures moyen : voiture légère abris : sans objet Emballage type : emballage logistique	Profil et conditions de vol, d'emport ou de transport Sans objet Configuration du matériel Etat : hors tension, hors fonctionnement
caratéristique : à définir (par l'industriel) Configuration de l'emballage ou du matériel	nucléaire bactériologique chimique
orientation: longitudinale (axe long // axe porteur) gerbage: pas de gerbage arrimage: libre	Conditions imposées et /ou remarques
Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13 Z1 ○ Z4 ○ Z7 ○ Z9 ○ Z10 ○ Z12 ○ Ville / I Z2 ○ Z5 ○ Z8 ○ Z11 ○ Z13 ○ Z14 ○ Z3 ○ Z6 ○ Z14 ○ Z14 ○	Pays:
Zones d'utilisation - Définition STANAG 4370 A1	



ystème de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Editi-	on I- Indice A du 19/12/2000 - page 39/5
Définition de la situation	Per a construction of a second section of	
	Fiche de situation n° 24	
Stockage	Attente à l'aéroport	Occurrence: 10 Durée: 1 h
Moyens et infrastructures moyen: sans objet	Profil et conditions de vol, d'emport ou de tran Sans objet	nsport
abris: sous abri	Configuration du matériel	
type: emballage logistique caratéristique: à définir (par l'industriel) Configuration de l'emballage on du matériel orientation: longitudinale (axe long // axe déplacement)	Conditions NBC Dactériolog	
gerbage: pas de gerbage arrimage: libre		
Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13	Pays:	
Zones d'utilisation - Définition STANAG 4370 A1 ○ B1 ○ C0 ● C3 ○ M1 ○ Ville / Pays : A2 ○ B2 ○ C1 ○ C4 ○ M2 ○ A3 ● B3 ○ C2 ○ M3 ○		



Système de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition	1- Indice A du 19/12/2000 - page 40/58
Définition de la situation	Fiche de situation n° 25	
Manutention	Chargement / Déchargement en soute	Occurrence : 20 Durée : 15 min
Moyens et infrastructures moyen: manuelle abris: à ciel ouvert Emballage type: emballage logistique caratéristique: à définir (par l'industriel) Configuration de l'emballage ou du matériel orientation: longitudinale (axe long // axe déplacement)	Profil et conditions de vol, d'emport ou de transg Sans objet Configuration du matériel Etat : hors tension, hors fonctionnement Conditions NBC nucléaire bactériologiq Conditions imposées et /ou remarques	
gerbage : pas de gerbage arrimage : libre Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13	le/Pays:	



Système de mesure de pollution atmosphérique -	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edit	tion 1- Indice A du 19/12/2000 - page 41/58
Définition de la situation	Fiche de situation nº 26	
Stockage	Attente en soute avant décollage	Occurrence: 10 Durée: 30 min
Moyens et infrastructures moyen: sans objet abris: en soute Emballage type: emballage logistique caratéristique: à définir (par l'industriel) Configuration de l'emballage ou du matériel orientation: longitudinale (axe long // axe déplacement) gerbage: pas de gerbage arrimage: libre Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13 Z1	Profil et conditions de vol, d'emport ou de tra Sans objet Configuration du matériel Etat : hors tension, hors fonctionneme Conditions NBC nucléaire bactériolo Conditions imposées et /ou remarques Pays :	ent
Zones d'utilisation - Définition STANAG 4370		



	Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition	I - Indice A du 19/12/2000 - page 42/5
Fiche de	situation n° 27	
Transport logis	tique Paris/Province en avion	Occurrence: 10 Durée: 1 h 30 min
Ville / Pays:	Sans objet Configuration du matériel Etat : hors tension, hors fonctionnement Conditions NBC	
)	Transport logis Ville / Pays:	Transport logistique Paris/Province en avion Profil et conditions de vol, d'emport ou de trans Sans objet Configuration du matériel Etat: hors tension, hors fonctionnement Conditions NBC nucléaire bactériologic Conditions imposées et /ou remarques Ville / Pays:



ystème de mesure de pollution atmosphérique -	Note no 10403/2000/MSL/NC - Edition	I- Indice A du 19/12/2000 - page 43/
Définition de la situation	Fiche de situation n° 28	
	Fiche de situation n° 28	
Stockage	Stockage principal en Province	Occurrence : Durée : 1280 h en 40 fois
Moyens et infrastructures	Profil et conditions de vol, d'emport ou de transpo	rt
moyen: sans objet	Sans objet	
abris : en laboratoire climatisé	Configuration du matériel	
type: emballage logistique caratéristique: à définir (par l'industriel)	Etat : hors tension, hors fonctionnement Conditions NBC bactériologiqu	e □ chimique □
Configuration de l'emballage ou du matériel	nucleane Dacter to togique	e [] chimique []
orientation : longitudinale (axe long // axe déplacement) gerbage : pas de gerbage arrimage : libre	Conditions imposées et /ou remarques	
Zones d'utilisation - Définition GAM EG 13	/ Pays :	
Zones d'utilisation - Définition STANAG 4370 A1 O B1 O C0 C3 O M1 O Ville/Pays:		
A1		

1.2 **Etape 2 : caractérisation des environnements**

Pour chacune des situations S1 à S28 les fiches précédentes indiquent la zone d'utilisation. Celle-ci est caractérisée, pour les zones terrestres,

- soit par un triplet de 3 couples alphanumériques si on se réfère au leaflet 2311 de l'AECTP 230 (le deuxième doublet relatif à l'humidité étant d'ailleurs souvent omis si l'humidité n'est pas très marquée),
- soit par un doublet constitué d'une première lettre qui est toujours Z (qui indique alors que le référentiel est celui du tome 6) et d'un nombre entier de 1 à 14.

Il est possible de fournir pour toute combinaison de triplets AnBmCp un doublet Zi qui lui correspond.

- pour le matériel situé sur les surfaces terrestres, les documents des conditions climatiques devraient spécifier un ensemble de conditions pour les catégories à hautes températures (A1, A2 ou A3), les catégories de basse température (C0, C1, C2, C3 ou C4) et si une humidité importante est la principale considération une des catégories (B1, B2, ou B3) devraient être aussi spécifiée,
- lors de la préparation des exigences des documents, il convient de noter que, lorsque les températures dans les régions couvertes par les catégories A1, A2, A3, M1 et M2 sont au voisinage de leur maximum, les autres facteurs climatiques (ceux qu'on trouve dans le chapitre 2311 /3), indépendamment du rayonnement solaire direct et de la pression atmosphérique, sont peu susceptibles d'approcher leurs niveaux d'intensité maximale,
- pour le domaine maritime, en général, il est prévu que les trois catégories « M » du fascicule 2311 soient spécifiées pour les bâtiments navals comme pouvant entrer habituellement dans les eaux tropicales, tempérées et arctiques pendant leur service. Le tome 6 propose quant à lui les trois zones maritimes Z12, Z13 et Z14.
- Pour les eaux côtières il est plus approprié de spécifier la catégorie terrestre correspondante.

On constitue ensuite un tableau des agents d'environnement climatiques (Tableau n°2), avec en lignes les différentes situations et en colonnes les différents agents d'environnement intervenant dans chacune de ces situations.

Les agents d'environnement sont choisis sur la base du retour d'expérience, pour ne conserver que les agents d'environnement susceptibles d'entrainer une défaillance. La particularité des essais d'environnement est de mettre en évidence des points faibles difficilement prédictibles. Donc même si des modèles de dégradation peuvent être mis en œuvre pour proposer des essais accélérés (cf. §2 du tome 3), les défaillances précipitées au cours de ces essais peuvent très bien n'avoir rien à voire avec la dégradation prise en compte dans le modèle mis en œuvre.

L'élimination des agents d'environnement non significatifs doit donc se faire avec prudence : il vaut mieux conserver un agent d'environnement dans la liste lorsque l'on n'est pas sûr de son innocuité plutôt que de l'éliminer de façon non pertinente.



Systèn	ne de mesure de pollution atmosphérique -						Not	e nº 10	403/20	00/MSI	/NC -	Edition	1 - Inc	dice A	du 19/1	2/2000	- page 49/5
	Ta	bleau de	s age	nts	d'en	viro	nnen	nent	clin	atiq	ues						
N°	Type de situation	Température	Humidité	Pression	Rayonnement solaire	Chocs thermiques	Précipitations	Neige	Glace	Grêle	Vent	Sables et poussières	Sel marin	Pollutions atmosphériques	Immersion	Moisissures	Paquet de mer
î	Manutention,		•	•	0	•	•	O	0	۰	•	•	0	•	0	0	0
2	Transport logistique par voie routière			۰	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0_
3	Intervention sur le matériel,	•	•	•	0	۰	•	0	0	•	(6)	•	0	۱	0	0	0
4	Mise à poste,	•		•	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Intervention sur le matériel,	•	•	•	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Stockage,	•	•	•	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0_
7	Manutention,	•	•	•	0	۱	•	0	0	•	•	•	0		0	0	0_
8	Transport logistique par voie routière			•	0	0	0	0	0	0	0	0	0	•	0	0	0
9	Mise à poste ,	•	•	•	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Stockage,			•	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Intervention sur le matériel,	•	•	•	0	O	0	0.	0	0	0	0	0	0	O	0	0
12	Stockage,	•	•	•	0	0	0	0	0	0	0	Ö	0	0	0	0	0
13	Mise à poste ,	•	•	(6)	0	Q	0	0	0	0	0	•	0	•	0	0	0
14	Stockage,	•	•	•	0	0	0	0	0	0	0	•	0	•	0	0	0
15	Emport tactique par voie routière	•	•	•	0	0	0	0	0	0	0	0	0	•	0	0	0
16	Emport tactique sur poste fixe	•	(0)	•	0	0	0	0	0	0	0	(0)	Q		0	0	0
17	Emport tactique par voie routière	•	•	•	0	0	0	0	0	0	0	(0)	0	۱	0	0	0



Système de mesure de pollution atmosphérique -

Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition 1 - Indice A du 19/12/2000 - page 50/58

	Tal	oleau de	s age	ents	d'en	viro	nnen	nent	clin	natio	lues						
N°	Type de situation	Température	Humidité	Pression	Rayonnement solaire	Chocs thermiques	Précipitations	Neige	Glace	Grêle	Vent	Sables et poussières	Sel marin	Pollutions atmosphériques	Immersion	Moisissures	Paquet de mer
18	Transport logistique par voie routière	•	•	•	0	0	0	0	0	0	0	•	0		0	0	0
19	Transport logistique par voie routière	•	•	•	0	0	0	0	0	0	0	•	0	•	0	0	0
20	Stockage,	•	•	•	0	0	0	0	0	0	0	۰	0	۰	0	0	0
21	Manutention,	•	•	•	0	•	•	0	0	•	•	•	0	•	0	0	0
22	Transport logistique par voie ferrée	•	•	•	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
23	Transport logistique par voie routière	(6)	(6)	(8)	0	0	0	0	0	0	0	•	0		0	0	0
24	Stockage,	•	•	•	0	0	0	0	0	0	0	•	0	•	0	0	0
25	Manutention,		•	•	0	•	•	0	0	(6)	•	•	0	•	0	0	0
26	Stockage,	•	•	•	0	0	0	0	0	0	0	0	0	•	0	0	0
27	Transport logistique par voie aérienne	•	•	•	0	0	0	0	0	0	0	0	0	•	0	0	0
28	Stockage,	•	•	•	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ó	Ö



Système de mesure de pollution atmosphérique -

Note nº 10403/2000/MSL/NC - Edition 1 - Indice A du 19/12/2000 - page 55/58

		Tableau	des	agen	its d'	envi	ron	nem	ent d	liver	S			
N°	Type de situation	Carburants	Produits de nettoyage	Liquides hydrauliques	Produits dégivrants	Liquides caloporteurs	Jet d'eau	Agents bactériologiques	Agents chimiques	Produits de décontamination	Gaz d'échappement	Graisses	Extincteur	
Ĩ	Manutention,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	•	0	0	
2	Transport logistique par voie routière	0	0	0	0	0	0	0	0	0	•	0	0	
3	Intervention sur le matériel,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	Mise à poste ,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	Intervention sur le matériel,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	Stockage,	0	•	0	0	0	•	0	0	0	0	0	0	
7	Manutention,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	Transport logistique par voie routière	0	0	0	0	0	0	0	0	0	•	0	0	
9	Mise à poste,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	Stockage,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	•	0	0	
11	Intervention sur le matériel ,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	Stockage,	0	•	0	0	0	•	0	0	0	0	0	0	
13	Mise à poste ,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	



Systèr	ne de mesure de pollution atmosphérique -						No	te nº 10	403/20	00/MS	L/NC -	Edition	n 1 - Indice A du 19/12/2000 - page 56/
		Tableau	des	agen	ts d'	envi	iron	nem	ent d	liver	'S		
N°	Type de situation	Carburants	Produits de nettoyage	Liquides hydrauliques	Produits dégivrants	Liquides caloporteurs	Jet d'eau	Agents bactériologiques	Agents chimiques	Produits de décontamination	Gaz d'échappement	Graisses	Extincteur
14	Stockage,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Emport tactique par voie routière	0	0	0	0	0	0	0	0	0	•	0	0
16	Emport tactique sur poste fixe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	•	0	0
17	Emport tactique par voie routière	0	0	0	0	0	0	0	0	0	•	0	0
18	Transport logistique par voie routière	0	0	0	0	0	0	0	0	0	•	0	0
19	Transport logistique par voie routière	0	0	0	0	0	0	0	0	0	•	0	0
20	Stockage,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	•	0	0
21	Manutention,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	•	0
22	Transport logistique par voie ferrée	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	Transport logistique par voie routière	0	0	0	0	0	0	0	0	0	•	0	O
24	Stockage,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	O
25	Manutention,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	•	0
26	Stockage,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	Transport logistique par voie aérienne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 2 : Tableau des agents d'environnement



1.3 Etape 3 : Synthèse des environnements à simuler

1.3.1 Approche selon le fascicule 2311

La synthèse des valeurs d'environnement est facile à faire dans le cas de cet exemple, dans la mesure où toutes les situations sont associées au même code : A3 et C0.

La synthèse est donc elle-même caractérisée par ce même code.

1.3.2 Approche suivant le tome 6

Les données du fascicule 2311 figurant dans les tableaux présentant les différentes catégories climatiques sont déjà des environnements d'essai, destinés à constituer tels quels des sévérités d'essais.

Par contre les données figurant au tome 6, bien qu'elles soient issues des mêmes données brutes que celles du fascicule 2311, sont à utiliser dans l'esprit de la démarche du présent guide et devraient normalement être abordées au titre de l'étape 2.

Comme il s'agit ici de trouver les valeurs en correspondance, on aurait pu évoquer ce qui suit aussi bien à l'étape 2 si on se référait à l'esprit du tome 6 (qui contient des valeurs représentant l'environnement réel) qu'à l'étape 3 voir 4 si on se référait à l'esprit du fascicule 2311 (qui contient des sévérités d'essai).

Il s'agit donc de trouver le code de zone géographique du tome 6 qui correspond au code de sévérité du fascicule 2311.

Exemples de valeurs pour le fascicule 2311:

A 3 – correspond à la plage 28 à 39°C en chaud et 78 à 43 %HR pour l'humidité relative.

C0 – correspond à la plage 28 à 39°C en chaud et -6 à -19°C en froid.

La zone du tome 6 qui correspond à A3 et C0 est Z7 :

10 à 39°C -20 à -5°C 60 à 100 %HR

Les valeurs de température extrême chaude et froide dans les deux référentiels sont égales (au sens de l'étape 2). Par contre, c'est la suite qui diffère : dans le cas du fascicule 2311 elles constituent directement des sévérités d'essais alors que dans le cas des données du tome 6 elles sont destinées à devenir l'environnement retenu une fois affectées du coefficient de garantie , puis l'environnement d'essai (ou sévérité d'essai) une fois affecté en particulier du facteur d'essai.

1.4 Etape 4 : choix des essais et des environnements d'essai

1.4.1 Approche selon le fascicule 2311

Le fascicule 2311 ne prend pas en compte les variabilités de l'environnement et de la résistance à l'environnement. Les valeurs de 39°C en chaud et de -19°C en froid sont donc à spécifier comme sévérités d'essais

L'analyse des méthodes de l'AECTP 300 conduit aux tableaux 3 ,4 et 5 de synthèse suivants : Le choix des méthodes d'essais se fera en accord avec le §3.2.6 du tome 4.

FROID Essai avec paliers continus	Stockage	T: température min de la situation considérée Durées: . verres et matériaux polymères : 72h à partir de la stabilisation thermique . autres matériaux : 4h à partir de la stabilisation thermique						
	Opération	T: température min de la situation considérée Durée: jusqu'à la stabilisation thermique						



FROID	Stockage	Essai de cyclage recommandé. Nombre de cycle non spécifié.							
FROID		Essai par palier à stabilisation recommandé.							
Essai avec cycle diurne	Opération	Si choix essai par cyclage alors:							
		T: cycle diurne suivant zone climatique Durée: Minimum 3 cycles journaliers							

Tableau 3 : Synthèse essai au froid :

	Stockage	T: entre 30°C et 65°C Durées: . comportement à court terme : au moins 16 h . comportement à long terme : Arrhenius
CHALEUR SECHE Température constante	Opération	T: entre 30°C et 65°C Durées: . comportement à court terme : au moins jusqu'à stabilisation thermique
CHALEUR SECHE	Stockage	T: cycle diurne le plus contraignant selon zone climatique Durées: . comportement à court terme : au moins 7 cycles journaliers . comportement à long terme : Arrhenius
Cycles de température diurne	Opération	T: cycle diurne suivant zone climatique (entre 30°C et 70°C) Durées: . comportement à court terme : entre 3 et 7 cycles journaliers

Tableau 4 : Synthèse essai de chaleur sèche :

Nota: pour les essais de chaleur sèche et de froid, dans le cas des matériels dissipatifs, la vitesse de l'air autour du matériel en essai a une grande importance. Cette question a été prise en compte dans les méthodes de la CEI récemment actualisée.

	Température et humidité relative constantes
	T/HR: valeurs issues de mesures ou à défaut 55°C/95%
CHALEUR HUMIDE	Durées :
	- comportement à court terme (matériels normalement protégés et exposés
Essai avec paliers continus	occasionnellement): 6j
1	- matériels semi-protégés : 12j
	- matériels usuellement exposés sous atmosphères humides : 21j
	- comportement à long terme : 56j
	Cycle : cycle diurne le plus contraignant selon zone climatique (zones B2 ou B3)
	T/HR : cycles de 24h entre 30°C/70% et 60°C/20% ou entre 35°C/75% et 70°C/15%
CHALEUR HUMIDE	Durée :
	- Equipement protégé : 6 cycles
Essai avec cycle diurne	- Equipement partiellement protégé : 12 cycles
	- Equipement exposé normalement : 21 cycles
	- Exposition longue : 56 cycles
CHALEUR HUMIDE	Température cyclée sous haute humidité relative
Cycles aggravés	T: entre 30°C et 60°C
System aggraves	HR: 95%
	Durée : 6, 12, 21 ou 56 cycles (Idem essai continu, cycles de 24h)
CHALEUR HUMIDE	Pas d'essai spécifié*



Essai de condensation*

Tableau 5 : Synthèse essai de chaleur humide :

*Nota: Il est parfaitement possible de réaliser un essai de condensation sur la base des méthodes d'essai déjà existantes.

Par exemple, si l'équipement est constitué d'un boitier fermé, avec une fuite équivalente de 3mm de diamètre, il faudra dans un premier temps le « gonfler » à l'air humide en le soumettant à une chaleur humide pendant un temps suffisant (par exemple 200 heures) et ensuite lui appliquer des variations de température , pour provoquer la condensation suivi de ruissellement ou le givrage suivant les cas.

1.4.2 Approche suivant le tome 6

Tout ce qui a été décrit dans l'approche précédente s'applique encore mais avec des sévérités d'essai accentuées en prenant en compte les coefficients de garantie et facteur d'essai tels que présentés au §5 du tome 3.

	Ch	aud	Froid					
	CVe %	CVr %	CVe %	CVr %				
Hyp 1	0.5	1	1	1				
Hyp 2	0.5	0.5	1	0.5				
Нур 3	0.5	0	1	0				
Hyp 4	0	0	0	0				

		chaud	froid
$Max(\theta_i)$		+39.00 °C	-19 °C
() /		312.15 K	254.15
Coefficient de	hyp1	1.036	1.045
garantie	hyp2	1.022	1.035
CG	hyp3	1.015	1.031
	hyp4	1	1
Facteur d'essai	hyp1	1.013	1.013
FE	hyp2	1.006	1.006
	hyp3	1	1
	hyp4	1	1
CG*FE	hyp1	1.049	1.058
	hyp2	1.029	1.041
	hyp3	1.015	1.031
	hyp4	1	1
Sévérité d'essai	hyp1	327.44 K	240.21K
		54.29°C	-32.93°C
	hyp2	321.30K	244.14K
		48.05°C	-29,01°C
	hyp3	316.83K	246,50K
		43.68°C	-26.64°C
	hyp4	312.15K	254.15K
		39°C	-19°C

Tableau 6 : Sévérités d'essai avec application du coefficient de garantie et facteur d'essai.

2 EXEMPLE 2 : TRAITEMENT D'UN PROFIL DE VIE D'UNE CAISSE DE MUNITION

Soit une caisse de munitions¹ petit calibre, sortie de soute en juillet en région Bretagne, ces munitions seront utilisées pour l'entrainement en altitude dans les alpes au cours du mois de décembre de la même année.

Le profil de vie commence à la manutention de chargement sur les lieux de stockage et fini au remplissage des chargeurs sur le stand de tir.

Le transfert thermique des conditionnements entre l'extérieur et la poudre constituant une cartouche est composé de

 $Tf\theta 1 = caisse métallique$

 $Tf\theta 2 = caissette métallique$

 $Tf\theta 3 = boite carton$

 $Tf\theta 4 = cuivre de l'étui$

Aux vue de l'épaisseur des caisses et caissettes ainsi que de celle de l'étui prendre une valeur de 1 pour la totalité des fonctions de transfert thermique est physiquement acceptable et procure même un conservatisme.

2.1 Etape N°1 Etablissement du profil de vie.

Le profil de vie est défini par la figure 2 et le tableau 7 des fréquences d'occurrence par le tableau

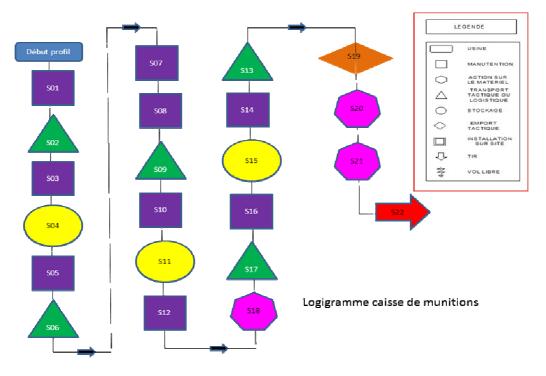


Figure 2 : Profil de vie de l'exemple 2

_

¹ Le conditionnement de cartouches de munitions calibre 9 mm est le suivant: Une caisse métallique contenant des caissettes métalliques de munition, à l'intérieur de ces caissettes métalliques les munitions sont conditionnées par paquet de 50 avec des enveloppes cartons.

	Tableau des fréquences d'occurrence		
N°			
situations	Désignation	Nombre	Durée
S1	manutention chargement camion	1	0h10
S2	transport voie routière vers lieu de stockage	1	5h00
S3	manutention déchargement camion	1	0h10
S4	stockage longue durée	1	4 mois
S 5	manutention chargement camion	1	0h10
S6	transport voie routière vers la gare voie ferrée	1	1h50
S7	manutention déchargement camion	1	0h10
S8	manutention chargement wagon	1	0h10
	transport voie ferrée vers lieu de regroupement		
S9	logistique	1	8h00
S10	manutention déchargement wagon	1	0h10
S11	stockage courte durée	1	1mois
S12	manutention chargement camion	1	0h10
S13	transport voie routière vers lieu de casernement	1	2h50
S14	manutention déchargement camion	1	0h10
S15	stockage magasin soute à munition	1	1 mois
S16	manutention mise dans le coffre d'un camion	1	0h30
S17	transport voie routière vers lieu de desserrement	1	2h00
S18	répartition des munitions	1	1h00
S19	transport par sac à dos d'homme	1	6h00
	ouverture des caisses, caissettes et boite carton		
S20	attente au poste de tir	1	0h30
S21	garnissage des chargeurs attente au poste de Tir	1	0h30
S22	Approvisionnez - Chargez	1	

Tableau 7 : Tableau des occurrences de l'exemple 2

Etape 2 : caractérisation des environnements

Le Tableau qui synthétise les agents d'environnement climatique par situation est représenté par :

Tableau Synt	hèse (des A	gents	d'En	vironr	neme	nts C	imati	que(TSAE	Clim)						
Situation	température	Humidité	rayonnement solaire	choc thermique	condensation	atmosphère saline	pluie	neige	grêle	inondation	glace	pression	vent	jet d eau	poussières	moisissures	corrosion fluide et gaz
S1	\mathfrak{R}	\mathfrak{X}	\mathfrak{X}				\mathfrak{R}	\mathfrak{H}	\mathfrak{H}			\mathfrak{H}	\mathfrak{X}				
S2	\mathfrak{R}	\mathfrak{X}	\mathfrak{X}									\mathfrak{H}					
S3	\mathfrak{H}	\mathfrak{H}	ж				\mathbb{H}	ж	\mathbb{H}			\mathfrak{H}	\mathfrak{H}				
S4	\mathfrak{R}											\mathfrak{H}					
S 5	\mathfrak{H}	\mathfrak{H}	ж				\mathbb{H}	ж	\mathbb{H}			\mathfrak{H}	\mathfrak{H}				
S6	\mathfrak{R}	\mathfrak{H}	\mathfrak{H}									\mathfrak{H}					
S7	ж	\mathfrak{H}	\mathfrak{H}				\mathfrak{H}	\mathfrak{H}	\mathfrak{H}			\mathfrak{H}	\mathfrak{H}				
S8	\mathfrak{H}	\mathfrak{H}	\mathfrak{H}				\mathbb{H}	ж	\aleph			\mathfrak{H}	\aleph				
S 9	ж	\mathfrak{H}	\mathfrak{H}									\mathfrak{H}					
S10	ж	\mathfrak{H}	\mathfrak{H}				\mathfrak{H}	\mathfrak{H}	\mathfrak{H}			\mathfrak{H}	\mathfrak{H}				
S11	\mathfrak{H}	\mathfrak{H}										\mathfrak{H}					
S12	ж	ж	ж				ж	ж	\aleph			\mathfrak{H}	ж				
S13	ж	ж	ж									\mathfrak{H}					
S14	\mathfrak{H}	\mathfrak{H}	\mathfrak{H}				\mathbb{H}	\mathfrak{H}	\aleph			\mathfrak{H}	\aleph				
S15	\mathfrak{H}	\mathfrak{H}										\mathfrak{H}					
S16	\mathfrak{H}	\aleph	\aleph				\aleph	\aleph	\aleph		\mathfrak{H}	\mathfrak{H}	\aleph				
S17	\mathfrak{H}	\mathfrak{H}	\mathfrak{H}									\mathfrak{H}					
S18	\mathfrak{H}	\aleph	\aleph	\aleph	\aleph						\mathfrak{H}	\mathfrak{H}					
S19	\mathfrak{H}	\aleph	\mathfrak{H}									\mathbb{H}					
S20	\mathfrak{H}	\aleph	\aleph	\aleph	\aleph		\aleph	\aleph			\mathfrak{H}	\mathfrak{H}	\mathfrak{H}				
S21	\mathfrak{H}	\aleph	\mathfrak{H}									\mathbb{H}	\mathfrak{H}				
S22	\mathfrak{H}	\mathbb{H}	\mathfrak{H}									\mathbb{H}	\mathbb{H}				

Fiche de situation détaillée.

Trois fiches de situations détaillées sont présentées :

- Une pour la manutention S01
- Une pour le transport routier S17
- Une ouverture des caisses, caissettes et boite carton attente au poste de Tir S20



Fiche de situation N° 1

Programme: Guide Climatique Sous-ensemble: caisse de munition

Situation: S1 MANUTENTION Chargement, voie routière

Occurrence: 1 Durée: 0,10 h

TYPE DE MANUTENTION

• Données à influence mécanique

TYPE DE CONDITIONNEMENT

• caisse métallique

CARACTERISTIQUES DU CONDITIONNEMENT

• Imperméabilité sans étanchéité

STADE D'INTEGRATION

• ensemble complet

CONFIGURATION DU MATERIEL

• en fonctionnement : non

• opérationnel : oui

LIEU DE MANUTENTION

• à ciel ouvert

CONDITIONS CLIMATIQUES

• zones géographiques Tome 6: Z7 (France métropolitaine)

CLIMAT PEU FROID	CLIMAT PEU FROID								Z	ONE Z	7		
Variations annuelles	par MOIS :	01	02	03	04	05	06	07	80	9	10	11	12
$TEMPERATURE\ TMJ = TX$	°C moy.mens.maxi. journ.	-1.1	1.3	7.4	14.8	22.0	27.2	29.4	27.5	21.9	14.1	6.3	0.8
TEMPERATURE TNJ = TN	°C moy.mens.mini. journ.	-8.9	-7.5	-3.3	3.6	10.5	15.7	17.3	15.4	10.6	4.2	-2.1	-7.0
TEMPERATURE AMP	°C moy.amptitudes jour.	7.8	8.8	10.7	11.2	11.5	11.5	12.1	12.1	11.3	9.9	8.4	7.8
TEMPERATURE SIGM	°C écart type moy.max.j	3.4	3.6	4.0	4.9	4.2	4.4	3.3	1.8	2.1	3.3	3.7	3.8
TEMPERATURE SIGN	°C écart type moy.min.j	3.9	4.5	4.0	3.7	2.4	2.1	2.4	2.7	2.4	2.1	3.3	3.9
TEMPERATURE TMM	°C moy.maxi.mensuels	5.3	8.0	14.8	23.9	29.9	35.4	35.6	30.8	25.8	20.3	13.1	7.8
TEMPERATURE TNM	°C moy.mini.mensuels	-16.1	-15.9	-10.7	-3.3	6.1	11.8	12.9	10.4	6.2	0.3	-8.3	-14.2
TEMPERATURE TME = EXT+	°C maxi.absolu du mois	21.2	22.4	26.0	30.9	34.0	40.0	42.6	40.2	36.2	32.2	23.9	22.0
TEMPERATURE TNE = EXT-	°C mini.absolu du mois	-29.1	-26.5	-22.0	-13.6	-7.2	-4.4	-2.2	-2.8	-4.8	-10.2	-20.0	-25.7
HUMIDITE HMJ = HR max	HR % moy.mens.maxi.jour.	90.0	89.0	90.0	85.0	75.0	78.0	81.0	81.0	92.0	93.0	92.0	92.0
HUMIDITE HNJ = HR mini	HR % moy.mens.mini.jour.	82.0	76.0	69.0	61.0	66.0	59.0	62.0	69.0	67.0	77.0	80.0	84.0
HUMIDITE HABM	g/m3 moy.men.bas.matin				S	ynthèse i	on dispo	onible ac	tuelleme	nt			
HUMIDITE HABN	g/m3 mov.men.abs.soir				S	ynthèse i	on dispo	onible ac	tuelleme	nt			
PRECIPITATIONS PMM	mm haut.moy.mensuelle	168.0	126.0	118.0	85.0	68.0	88.0	128.0	102.0	107.0	135.0	155.0	242.0
PRECIPITATIONS PXJ	mm haut.maxi.par 24 h	75.0	66.0	59.0	69.0	127.0	106.0	191.0	160.0	104.0	83.0	76.0	82.0
PRECIPITATIONS PNJ	jour nb.précip >1mm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PLUIE	jour nb.moy.par mois		Synthèse non disponible actuellement										
ENSOLEILLEMENT EMM	heure nb.moy.par mois	177.0	185.0	223.0	235.0	270.0	293.0	319.0	279.0	224.0	223.0	168.0	160.0
ENSOLEILLEMENT ERX	% rapport moy/maxi théo.				S	vnthèse i	non dispo	onible ac	tuelleme	nt			
ENSOLEILLEMENT EXJ	heure maxi. sur 24h	9.8	11.0	12.5	15.1	16.5	17.4	17.4	16.4	13.2	11.8	10.3	9.0
ENSOLEILLEMENT ENJ	jour nb.moy.sans soleil				S	vnthèse i	non dispo	onible ac	tuelleme	nt			
VENT VMM	m/s vitesse moy.mens.				S	ynthèse 1	non dispo	onible ac	tuelleme	nt			
VENT VME	m/s maxi.absolu du mois					ynthèse 1							
ORAGE	jour nb.moy.par mois		Synthèse non disponible actuellement										
NEIGE	jour nb.moy.par mois				S	ynthèse 1	on dispo	onible ac	tuelleme	nt			
Variations annuelles		1	2	3	5	10	20	30	50	100	200	300	365
TEMPERATURE TMA	°C Temp.maximales > T	35.0	35.0	35.0	33.6	32.2	30.3	29.4	27.7	23.6	12.3	1.8	-7.0
TEMPERATURE TNA	°C Temp.minimales < T	-19.0	-17.0	-16.0	-15.0	-13.0	-11.0	-9.7	-7.7	-3.5	5.0	13.9	21.0
Variations annuelles		1	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	8760
TEMPERATURE THA	°C Temp.maximales > T	35.0	35.0	35.0	34.0	32.4	30.7	29.1	26.3	23.1	18.7	6.0	-19.0
Variations journalièr		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
v ariations journamer	es a chaque TILORE	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
TEMPERATURE TVIC	°C temps.heure jour chaud	25.6	24.8	24.4	23.9	23.4	23.4	24.0	25.6	27.4	30.0	32.3	34.0
ILMI EKATOKE I VJC	C temps.neure jour chaud	35.1	35.4	35.6	35.4	34.6	33.1	31.9	30.3	29.1	28.2	27.4	26.4
TEMPERATURE TVJF	°C temps.heure jour froid	-15.9	-16.1	-16.1	-16.1	-16.1	-15.9	-14.9	-13.6	-12.2	-11.0	-9.5	-8.5
ILMI LIMI OKL I VJI	C temps.neure jour noid	-8.3	-8.5	-9.2	-9.9	-10.1	-13.9	-14.9	-13.0	-13.8	-14.5	-15.1	-15.7
HUMIDITE HVJC	HR % heure jour chaud	0.5	0.5	7.2							1-1.5	15.1	15.7
HUMIDITE HVJF	5			Synthèse non disponible actuellement Synthèse non disponible actuellement									
	3	Synthèse non disponible actuellement Synthèse non disponible actuellement											
ENSOLEILLEMENT EVJC	kw/m2 heure jour chaud				3	ymmese i	ion dispo	more ac	tueneme	III			



CLIMAT PEU FROID		ZONE Z7
ENSOLEILLEMENT EVJF	kw/m2 heure jour froid	Synthèse non disponible actuellement

• zones géographiques STANAG LEAFLET 2311/2: A3 C0 (France métropolitaine)

Cycle diurne pour la catégorie climatique A3.

Temps local	Conditions Météorologiques							
	Température de	Humidité	Radiation					
Heures	l'air ambiant °C	Relative %	Solaire W/m ²					
0100	30	69	0					
0200	29	72	0					
0300	29	74	0					
0400	28	76	0					
0500	28	78	0					
0600	28	78	45					
0700	29	74	170					
0800	30	67	500					
0900	31	59	800					
1000	34	51	960					
1100	36	47	1020					
1200	37	45	1060					
1300	38	44	1020					
1400	38	43	915					
1500	39	43	660					
1600	39	44	250					
1700	38	46	70					
1800	37	48	15					
1900	35	50	0					
2000	34	53	0					
2100	34	56	0					
2200	32	59	0					
2300	32	63	0					
2400	31	66	0					

Cycle diurne pour la catégorie climatique C0

Temps local	Conditions Météorologiques						
Heures	Température de l'air ambiant °C	Humidité Relative %	Radiation Solaire W/m ²				
0300 0600 0900	-19 -19 -15	Tending to saturation	Negligible on days when accompanying				
1200 1500 1800	-8 -6 -10		temperatures occur				
2100 2400	-17 -19						

• Ville : Nantes alt : 41m Températures :

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Ann.	ans
Ampl. cycle diurne	5.5	6.6	8.6	9.4	9.8	10.2	10.0	10.4	9.4	8.3	6.1	5.3	8.4	
Moy. cycle diurne	5.0	5.6	8.5	10.6	13.6	16.8	18.5	18.5	16.3	12.2	8.1	5.5	11.6	
Mini Extrême	-11.4	-12.6	-4.8	-0.5	0.4	4.7	6.8	7.5	3,6	-2.6	-5,5	-10.0	-12,6	15
Mini Mensuel	-5.2	-5.0	-1.9	1.0	3.3	7.2	9.5	9.3	6.5	0.9	-2.6	-3.4	-7.1	15
Mini Journalier	2.2	2.3	4.2	5.9	8.7	11.7	13.5	13.3	11.6	8.0	5.0	2.9	7.4	30
Maxi Journalier	7.7	8.9	12.8	15.3	18.5	21.9	23.5	23.7	21.0	16.3	11.1	8.2	15.8	30
Maxi Mensuel	13.3	15.9	19.9	22.6	26.4	29.5	32.0	29.7	27.5	23.4	17.2	13.9	33.4	15
Maxi Extrême	15.1	21.9	22.4	28.0	33.6	38.0	40.1	35.6	33.4	27.4	21.0	18.2	40.1	15

CONDITIONS IMPOSEES

• sans

EVENEMENTS ACCIDENTELS

- feu,
- chocs violents,
- foudre



Fiche de situation N° 17

Programme: Guide Climatique Sous-ensemble: caisse de munition

Situation: S17 TRANSPORT voie routière vers lieu de desserrement

Occurrence: 1 Durée: 2 h

TYPE DE TRANSPORT

Camion bâché

TYPE DE CONDITIONNEMENT

• caisse métallique

CARACTERISTIQUES DU CONDITIONNEMENT

• Imperméabilité sans étanchéité

POSITION DU MATERIEL PAR RAPPORT AU PORTEUR

• Quelconque en X et Y respect de la position en Z

STADE D'INTEGRATION

• ensemble complet

CONFIGURATION DU MATERIEL

• en fonctionnement : non

opérationnel : oui

CONDITIONS DE TRANSPORT

• sous abri bâché (camion bâche plastique)

CONDITIONS CLIMATIQUES

- zones géographiques Tome 6: Z7 (France métropolitaine) (voir fiche n°1)
- zones géographiques STANAG LEAFLET 2311/2: A3 C0 (France métropolitaine). voir fiche n°1
- Ville: entre GAP alt 625m et lieu de desserrement 1800 m

Les données climatiques de la ville d'Embrun située entre GAP et le lieu de desserrement sont :

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Ann.	ans
Ampl. cycle diurne	9.5	10.4	11.2	12.1	12.2	12.8	14.0	13.1	12.3	10.6	9.5	8.9	11.3	
Moy. cycle diurne	0.0	2.1	6.0	9.2	13.1	16.5	19.0	18.4	15.7	10.6	5.2	1.1	9.8	
Mini Extrême	-16.2	-18.8	-11.7	-5.3	-2.5	-0.8	3,4	3,7	-0.2	-5.3	-9.0	-14.6	-18.8	13
Mini Mensuel	-10.6	-10.4	-6.4	-3.0	-0.4	4.1	6.4	6.0	3.0	-1.4	-5.1	-8.6	-13.4	13
Mini Journalier	-4.7	-3.1	0.4	3.2	7.0	10.1	12.0	11.9	9.5	5.3	0.5	-3.3	4.1	30
Maxi Journalier	4.8	7.3	11.6	15.3	19.2	22.9	26.0	25.0	21.8	15.9	10.0	5.6	15.4	30
Maxi Mensuel	11.7	15.0	18.7	21.6	25.6	28.7	31.4	30.6	27.5	22.5	16.2	12.9	31.9	13
Maxi Extrême	16.7	20.2	23.6	26.4	29.3	32.8	34.0	33.9	31.4	23.4	19.5	15.0	34.0	13

EVENEMENTS ACCIDENTELS

- feu
- chocs violents
- foudre



Fiche de situation N° 20

Programme: Guide Climatique Sous-ensemble: caisse de munition

Situation: S20 Ouverture des caisses, caissettes, boite carton attente au poste de Tir

Occurrence: 1 Durée: 0,30 h

TYPE D'INTERVENTION

• Ouverture des conditionnements

TYPE DE CONDITIONNEMENT

• aucun

STADE D'INTEGRATION

• ensemble complet

CONFIGURATION DU MATERIEL

• en fonctionnement : non

opérationnel : oui

LIEU DE MANUTENTION

• à ciel ouvert

CONDITIONS CLIMATIQUES

- zones géographiques GAM EG13: Z7 (France métropolitaine) voir fiche N° 1
- zones géographiques STANAG LEAFLET 2311/2: A3 C0 (France métropolitaine) voir fiche N°1
- Ville: Stand de Tir en altitude 2300m (voir fiche N°17)

Application de la correction de température due à l'altitude

Catégorie climatique	Altitude terrestre	Facteurs de correction
A1, A2, A3	900 m	-1 °C per 100 m
B1	1200 m	-2 °C per 300 m
B2, B3	1200 m	-1 °C per 100 m

CONDITIONS IMPOSEES

• proximité d'autre explosion = 4m mini

EVENEMENTS ACCIDENTELS

• foudre

2.3 <u>Etape 3 : Synthèse des environnements à simuler</u>

La synthèse des situations N°1, 17 et 20 est représentée par le tableau 8 en prenant la valeur maximale et minimale pour chaque case à partir des 2 tableaux ci-dessus correspondant respectivement aux villes de Nantes et Embrun.

Seule la synthèse pour la température de ces trois fiches est effectuée.

Maxi Extrême	16.7	21.9	23.6	28.0	33.6	38.0	40.1	35.6	33.4	27.4	21.0	18.2	40.1
Maxi Mensuel	13.3	15.9	19.9	22.6	26.4	29.5	32.0	30.6	27.5	23.4	17.2	13.9	33.4
Maxi Journalier	7.7	8.9	12.8	15.3	19.2	22.9	26.0	25.0	21.8	16.3	11.1	8.2	15.8
Mini Journalier	-4.7	-3.1	0.4	3.2	7.0	10.1	12.0	11.9	9.5	5.3	0.5	-3.3	4.1
Mini Mensuel	-10.6	-10.4	-6.4	-3.0	-0.4	4.1	6.4	6.0	3.0	-1.4	-5.1	-8.6	-13.4
Mini Extrême	-16.2	-18.8	-11.7	-5.3	-2.5	-0.8	3.4	3.7	-0.2	-5.3	-9.0	-14.6	-18.8
Moy, cycle diurne	1.5	2.9	6.6	9.2	13.1	16.5	19.0	18.4	15.7	10.8	5.8	2.4	9.9
Ampl. cycle diurne	12.4	12.0	12.4	12.1	12.2	12.8	14.0	13.1	12.3	11.0	10.6	11.5	11.7

Tableau 8 : Synthèse des situations 1, 17, 20

Correction sur la température liée à l'altitude terrestre:

Soit la température la plus basse : - 18,8°C affecté du coéfficient correspondant à l'altitude: 2300 - 900 = 1400 et - 1°C /100m = -14°C

Ce qui montre qu'une température de -18.8 + (-14) = -33°C doit être prise en considération.

Il resterait à appliquer le coefficient de garantie comme présenté dans l'exemple précédent.

3 EXEMPLE N°3: PRÉSENTATION DE SÉQUENCES D'ESSAIS

Cet exemple illustre la façon de présenter un ensemble de séquences d'essais, correspondant à la fin de la mise en œuvre de l'étape 4.

Le programme suivant a été appliqué à un Abri Technique Mobile monté sur un porteur à roue de 10 tonnes de charge utile.

La chronologie des séquences d'essais se fait sur la base suivante:

- Environnement chaud et sec provoquent des dilations et de ce fait la pénétration future de l'humidité.
- Environnement chaud et humide, permettant l'utilisation de la chaleur résiduelle de la chambre ainsi qu'une bonne stabilisation en température du produit, l'humidité injectée à les plus grandes chances de pénétrer rapidement au sein des sous ensembles voire des composants
- Environnement froid, ramenant les dilations à zéro et pouvant provoquer des compressions, ainsi si de l'humidité est piégée est se transforme en glace et peur provoquer des dysfonctionnements.

Pour le choc thermique, devant l'impossibilité de le réaliser artificiellement dans la chambre la solution suivante a été adoptée.

Par rapport à la température ambiante extérieur, la température de la chambre a tét définie avec l'écart de température prescrit par la spécification en + et un moins pour faire les chocs dans les deux sens.

Une fois le produit en stabilisation thermique, les portes de la chambres ont été ouvertes et le produit sorti. Le temps nécessaire entre l'ouverture et la sortie a été de 4 minutes ce qui représentait bien la réalité d'un choc du au déstockage ou de sortie de garage.

Ce type de procédure a permis de réaliser un givrage complet du produit et dans des conditions réelles.

Chronologie des essais

Ce tableau est un tableau théorique. Il est basé sur des journées de 24 heures de fonctionnement de la chambre et ne tient pas compte des jours de repos hebdomadaire. Il faut en relation avec le laboratoire programmer ces essais de façon à exploiter au mieux les jours ouvrés et ouvrables, les conditions de travail des intervenants et ne tenir compte des éventuels arrêts causés par des interventions correctives tant pour le produit que pour la chambre.

MISE EN PLACE DANS LA CHAMBRE INSTRUMENTATION /	8h		1
CALIBRATION	VBF		Jour N°1
	24h00		
Stabilisation 32°C	8h		
	VBF		Jour N°2
	24h00		
PREMIER CYCLE HT +RS	8h	aute eratur + neme	N°3
	VBF	ent haute températur e + rayonneme	Jour N°3

4°N
Jour N°4
N°5
Jour N°5
9. _N
Jour N°6
۲ 2
Jour N°7
Jour N°8 Jour
Jour N°8
6,
Jour N°9
0
s Jour N°10
Je
Jérati 1
basses températures
J
Jour N°12

06/12/2010 Page 54 édition 1



	24h00		
Stabilisation - 19°C°C	8h		3
	VBF		Jour N°13
	24h00		-,
Stabilisation - 10°C	8h		4
	VBF		Jour N°14
	24h00	_	,
Stabilisation - 5°C	8h		2
	VBF		Jour N°15
	24h00		¬
Désinstallation des capteurs,	8h		
descente à - 35°C	9h00		
ouverture de la chambre	16h00		.0
sortie du matériel	16h15 VBF	Choc th N°1	Jour N°16
retour matériel dans la chambre	18h00		T
remontée à +49°C			
	24h00		
remontée à +49°C	8h		our N°17
	24h00		of
	8h		
ouverture de la chambre	9h00		
sortie du matériel	9h15 VBF	Choc th N°2	Jour N°18
Remise en condition			Joi

06/12/2010 Page 55 édition 1

EXEMPLE 4 PROVENANT DE L'AECTP 100 : DÉTERMINATION D'UN 4 PROGRAMME D'ESSAI SÉQUENTIEL -

Une démonstration du processus 4.1

Le but de cette partie est de fournir une démonstration du processus pour conduire à un programme d'essai séquentiel.

Un équipement électronique d'un véhicule de sécurité a été choisi pour cette démonstration. Bien que le choix de cet équipement soit adapté pour démontrer les principes du processus, d'autres exemples plus élaborés seraient nécessaires pour démontrer les pleines possibilités du processus.

Les dix étapes ont été divisées en quatre phases :

- Phase 1 : passer en revue les entrées et compiler une liste des environnements critiques (étape1 à étape 4 de la démarche).
- Phase 2 : affiner les environnements critiques et développer un ensemble d'essais séquentiels avec les sévérités (étape 5 à étape 6).
- Phase 3 : affiner l'ensemble pour conduire à un ensemble de méthodes d'essai et de sévérités (étape 7 à étape 8).
- Phase 4 Prendre en compte les limitations des moyens d'essais et les contraintes du programme et rédiger la documentation (Étape 9 à étape 10).

La présente annexe cherche à fournir des conseils additionnels sur la phase 2 (étape 5 à étape 6). Elle adresse principalement l'activité relativement compliquée d'optimisation des environnements critiques vers un ensemble d'environnements séquentiels puis leur conversion et amélioration vers des méthodes avec des sévérités d'essai.

On note que c'est un exemple travaillé et les niveaux d'essai ne doivent pas être employés d'une façon générale, plutôt personnaliser les niveaux d'essai des diverses conditions pour le matériel considéré.

4.2 Phase 1. Passer en revue les entrées et compiler la liste des environnements critiques (étape **1-4**)

Le but des étapes 1-4 est d'identifier les environnements critiques (étape 4) sur la base des spécifications d'environnement (« environmental requirements ») à l'étape 1, des contraintes de programme telles que la stratégie de prise en compte de l'environnement (étape 2), et de l'évaluation des faiblesses potentielles de conception (étape 3).

Une liste des environnements critiques pour l'équipement électronique installé sur le véhicule de sécurité est montrée dans le tableau 9 pour le transport et le stockage et dans le tableau 10 pour la phase de déploiement et d'utilisation opérationnelle. Commentaires et temporaire des modes de défaillance potentiels de matière sont inclus à ce stade.

4.3 Phase 2 Améliorations des environnements critiques et élaboration d'une liste séquentielle d'essais et sévérités (étape 5-6)

La première tâche dans la phase 2 est d'améliorer les environnements critiques énumérés sur le tableau 9 suivant les indications du tableau 10 (c.-à-d. étape 5). Pour cet exemple, les environnements critiques sont montrés dans la colonne 1 des tableaux 11 et 12.



- Seconde tâche de la phase 2: collecter les conditions environnementales séquentielles Examiner l'ordre des environnements critiques, les « environmental requirements » (CdCF environnement ?) et le plan de la stratégie (voir étape 1 et étape 2) en détail. Par exemple:
- a) Si l'objectif est de démontrer les possibilités opérationnelles de l'équipement, alors les conditions environnementales à considérer sont celles attendues lors du fonctionnement.
- b) Si l'objectif est de démontrer que l'équipement survivra aux environnements limites et extrêmes et fonctionnera ensuite en conditions d'environnement normales, les conditions attendues avant la mise en œuvre opérationnelle doivent précéder celles rencontrées normalement en service.
- c) Si l'objectif est de démontrer que l'équipement survivra et fonctionnera après une exposition aux conditions environnementales de sa durée de vie, alors les conditions d'environnement produisant le vieillissement doivent être appliquées au préalable à l'équipement.

Cet aspect est pris en compte dans la colonne 2 des tableaux 11 et 12. Le succès du processus dépend de l'attention portée dans l'identification et l'examen des modes de défaillance potentiels critiques dont le résumé devrait être enregistré dans la colonne 3 des tableau 10 et 11 basé sur le retour d'expérience ; en utilisant les colonnes 1 ; 2 et 3 on pourra améliorer la séquence d'essais (comme récapitulé dans la colonne 4).

La tâche suivante dans la phase 2 est de convertir les environnements critiques en séquence de méthodes d'essai avec les sévérités (c.-à-d. étape 6).

Le plan de gestion de l'environnement (GEMP) devrait être consulté pour établir le degré de simulation des environnement à réaliser par les essais et les autres aspects devant être couverts par une approche combinée analyse-essais. Pour cet exemple on suppose une stratégie d'essai avec des essais d'intégrité minimale autant que possible.

La nature du traitement pour cet exemple afin de stimuler les modes de défaillance potentiels est indiquée sur les tableaux 13 et 14, colonne 2 « Traitement requis pour stimuler le mode défaillance » et la colonne 3 « procédure d'essais (ou traitements alternatifs) et sévérités. La vérification de la pertinence de l'action visà-vis des spécifications d'environnement est indiquée dans la colonne

4.4 Phase 3. Améliorer l'ensemble des méthodes d'essai et des sévérités (étape 7-8)

L'étape suivante consiste à améliorer l'ensemble des méthodes d'essai et des sévérités (c.-à-d. étape 7).

Une considération particulière est l'applicabilité d'essais d'environnement combinés.

Par exemple la vibration combinée avec la température peut se révéler intéressante : à la fois pour stimuler certains modes de défaillance mais aussi dans d'autres cas pour faire gagner du temps. Les sorties de cette étape sont représentées sur tableau 15

Une autre tâche est à ce stade d'intégrer les essais de niveau sous-système avec les essais au niveau système. Des conseils sur cette question devraient être trouvés dans le plan de gestion environnemental spécifique du projet (GEMP). Dans cet exemple on considère que les compromis entre les essais du niveau système avec les essais de niveau sous-système ou vice-versa sont limités.

4.5 Phase 4. Prendre en compte les limitations d'essais et les contraintes de programme (étape 9-10)

Une tâche à ce stade (c.-à-d. à l'étape 9) est d'adresser toutes les contraintes des moyens d'essais. Pour cet exemple, comme l'équipement est relativement petit, il sont peu susceptible d'être toutes contraintes



significatives. En conséquence, il n'y aura aucun besoin de conduire une évaluation des risques pour les moyens de tests techniquement inférieurs.

Ensuite, il faudra passer en revue les contraintes de programme, qui tendent dans la pratique à décaler. La tâche finale pour cet exemple est d'accomplir la documentation de pré-test (étape 10), tel que les spécifications d'essai en environnement et le programme d'essais en environnement

Conditions d'environnement critiques	Commentaires sur les conditions d'environnement	modes de défaillance				
Normal						
Vibration - cargaison arrimée	Viser un environnement simple de vibration (composite)	fatigue vibratoire « faible nombre de cycles » produite par une résonance structurale				
Cargaison non arrimée - véhicules à roues	Considérer la pertinence de cette situation	Ruptures fragiles, fatigue vibratoire faible nombre de cycles				
Choc (vertical et horizontal)	A considérer pour les environnements d'intégrité minimale (forfaitaire ?)	Déformation permanente, rupture fragile				
chaleur sèche	Considérer les conditions constantes ou journalières	Échec d'isolation de empaquetage,				
chaleur humide	Considérer si les conditions sont constantes ou de variation diurne	Gonflement/détérioration produite par absorption d'eau				
Basse température	Considérer si les conditions sont constantes ou de variation diurne	Défaillance des joints, des matériaux de liaison, dilatation de l'eau lors du gel				
Choc thermique	Probablement non approprié à cette LRU	Probablement non approprié à cette LRU				
Pression (altitude)	Probablement non approprié à cette LRU	Probablement non approprié à cette LRU				
Pluie (eau « naturelle »)	selon conditions spécifiques	Gonflement/détérioration suite à absorption d'eau				
eau induite	selon conditions spécifiques	Gonflement/détérioration suite à absorption d'eau				
Levage (accélération statique)	selon conditions spécifiques	Déformation permanente, rupture fragile (si incident en cours d'opération)				
Anormal (hostile)						
Explosion sous-marine	selon conditions spécifiques	Déformation permanente, rupture fragile				

Tableau 9 : Environnements critiques temporaires (étape 4) : Transport et stockage

Conditions d'environnement critiques	Commentaires sur les conditions d'environnement	modes de défaillance
Normal		
Vibration	Les pires des cas se produisent pendant le transit vers le champ de bataille	Microphonie, fatigue vibratoire « faible nombre de cycles » produite par une résonance structurale
Choc (impulsion)	Chocs de roulage sur véhicule (peuvent être élevés)	Déformation permanente, rupture fragile
chaleur sèche	Selon conditions spécifiques (catégorie climatique A1)	Fonte et exsudation
chaleur humide	Selon conditions spécifiques (catégorie climatique B3)	courts circuits électriques suite à condensation
Basse température	Selon conditions spécifiques (catégorie climatique C2)	Ruptures fragiles, gel (expansion) de l'eau
Choc thermique	Avec une ambiante A1 ou C2	Rupture, décollement, défaillance de la liaison
dépression (altitude)	Probablement non approprié pour cet équipement	Probablement non approprié pour cet équipement
atmosphère saline	Selon conditions spécifiques (suppose une exposition significative)	Corrosion des matériaux d'isolation
Sable et poussière	Selon conditions spécifiques (suppose une exposition significative)	Obstruction des ventilateurs



L'eau induite	Selon conditions spécifiques (suppose une exposition significative)	courts circuits électriques suite à présence d'eau interne captive
EMC	Selon conditions spécifiques (suppose une exposition significative)	Fausses tensions induites
Anormal (hostile)		
Souffle (surpression et accélération)	Selon conditions spécifiques	Déformation permanente, rupture fragile
Décontamination NBC	Selon conditions spécifiques	Corrosion des matériaux d'isolation
Anormal (accident)		
Choc (impulsion)	Chocs résultant des impacts des véhicules de transport	Déformation permanente, rupture fragile
Immersion	Selon conditions spécifiques	courts circuits électriques suite à présence d'eau interne captive

Tableau 10 : Environnements critiques temporaires (étape 4) : Déploiement et utilisation opérationnelle

(1)	environnements potentiellement	E	(3) modes de défaillance	(4) améliorations de la
(1)	critiques	Environnement pris en compte :	potentiels conduisant l'action de traitement de la séquence d'essai	` '
	Normal			
1.1	chaleur sèche (transport) (par exemple : Catégorie climatique A1)	Normal et limite		
1.2		Normal et limite		
	chaleur humide (transport) (par exemple : Catégorie climatique B3)			
1.3	Froid (transport) (par exemple : Catégorie climatique C2)	Normal et limite		
1.4	Vibration – charge arrimée	Normal et limite	Fatigue thermomécanique des fixations des composants après application des contraintes (chaud et froid) thermique limites	Dans l'ordre après le conditionnement de transport
1.5	Choc (chute - vertical et horizontal)	Normal et limite		
1.6	Charge non arrimée § véhicules à roues	Normal et limite		
1.7		Normal et limite		
1.8	eau induite	Normal et limite		
1.9	Levage (accélération)	Normal et limite		
	Hostile anormal			
1.10	Explosions sous marines	Normal et limite		

Tableau 11 : Environnements critiques (étape 5)

(1) environnements potentiellement critiques	Environnement pris en compte : - environnement normal	(3) modes de défaillance potentiels conduisant l'action de traitement de la	(4) améliorations de la séquence
potentienement entiques	- environnement limite	séquence d'essai	sequence
	- environnement extrême		
Normal			
La chaleur sèche	normal		Conduire avant (ou de
La chaleur humide	normal		préférence en combiné avec)
Basse température	normal		les essais de choc et de
Choc thermique	normal		vibration (voir étape 7)
Vibration	normal	Fatigue thermomécanique des fixations	Dans l'ordre après le



		des composants après application des contraintes (chaud et froid) thermique limites	conditionnement de transport
Impulsion de choc	limite		
L'atmosphère de sel	normal		La position relative dens la
La poussière et sable	normal		La position relative dans la sequence n'est pas critique
L'eau induite	normal		sequence it est pas critique
Pression (à l'altitude)	normal		
EMC	normal		
Risques biologiques	normal		
Hostile anormal			D ()
Décontaminants de NBC	normal		Pas nécessairement dans
Souffle (surpression)	limite		l'ordre mais de préférence après les essais de chocs et
Accident anormal			de vibration
Impulsion de choc (accident)	limite		de violation
Immersion	limite		

Tableau 12 : Environnements critiques-suite (étape 5)

(1) séc	quence d'essais critiques	(2) Traitement requis pour stimuler le mode défaillance	(3) procédure d'essais (ou traitements alternatifs) et sévérités	(4) commentaires sur la vérification de la conformité à au CdCF
	Normal			
1.1	chaleur sèche	Essai cyclique diurne de préférence	méthode 302	Vérifié conforme
1.2	chaleur humide	Essai en laboratoire - test cyclique journalier de préférence	méthode 306	Vérifié conforme
1.3	Basse température	Essai en laboratoire - test cyclique journalier de préférence	méthode 303	Vérifié conforme
1.4	Choc thermique	Supprimé	-	-
1.5	Vibration (aléatoire)	Essai en laboratoire - essai composé de mode de préférence	méthode 401	Vérifié conforme
1.6	Choc (vertical et horizontal)	Impact vertical et latéral d'essai en laboratoire -	méthode 414	Vérifié conforme
1.7	Charge non arrimée	Table vibrante avec mouvement circulaire synchrone	méthode 406	Vérifié conforme
1.8	dépression (altitude)	Supprimé	-	-
1.9	Pluie	Essai en laboratoire	méthode 310	Vérifié conforme
1.10	eau induite	Essai en laboratoire	méthode 310	Vérifié conforme
1.11	Levage	Couverture par évaluation	Attachements d'effort	Vérifié conforme
	Hostile anormal			
1.12	Explosion sous marine Couverture par l'essai plus une évaluation		méthode 419	La combinaison devrait fournir une confiance suffisante

Tableau 13 : Séquence préliminaire de méthodes d'essais et sévérités (étape 6)



(1) séquence d'essais critiques	(2) Traitement requis pour stimuler le mode défaillance	(3) procédure d'essais (ou traitements alternatifs) et sévérités	(4) commentaires sur la vérification de la conformité à au CdCF	(1) séquence d'essais critiques	
	Normal				
2.1	chaleur sèche	Essai cyclique diurne de préférence	méthode 302	Conforme	
2.2	chaleur humide	Essai cyclique diurne de préférence	méthode 306	Conforme	
2.3	Basse température	Essai cyclique diurne de préférence	méthode 303	Conforme	
2.4	Choc thermique	Essai en laboratoire	méthode 304	Conforme	
2.5	Vibration	Essai en laboratoire - bande large aléatoire	méthode 401	Conforme	
2.6	Impulsion de choc Essai en laboratoire - impulsion de choc		méthode 403	Conforme	
2.7	La poussière et sable	Essai - sable de soufflement	méthode 313	Conforme	
2.8	L'atmosphère de sel	Essai en laboratoire	méthode 309	Conforme	
2.9	L'eau induite	Essai en laboratoire	méthode 310	Conforme	
2.10	Pression (altitude)	Examiner supprimé, couverture par évaluation	-	Conforme	
2.11	EMC	Évaluation	AECTP-500	Conforme	
2.12	Risques biologiques	Évaluation par dossier	-	Conforme	
	Hostile anormal				
2.13	Décontaminants de NBC	Évaluation par dossier	-	Conforme	
2.14	Souffle (surpression)	Évaluation par dossier	-	Conforme	
	Accident anormal				
2.15	choc (crash) Évaluation et/ou essai		méthode 403	La combinaison devrait fournir la confiance suffisante	
2.16 Immersion		Évaluation et/ou essai	méthode 307	La combinaison devrait fournir la confiance suffisante	

Tableau 14: séquence préliminaire de méthodes d'essais et sévérités - suite (étape 6)

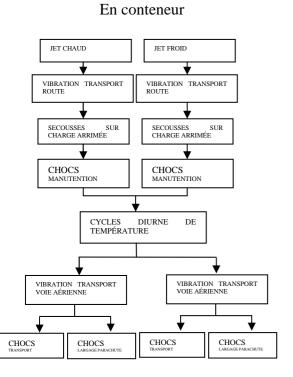
	uence améliorée is critiques	(3) essai révisé ou combiné d'environnements	(4) traitements complémentaires de modélisation/analyse	(5) remarques	
	Normal				
1.1	chaleur sèche	Séquentiel	méthode 302	Non applicable	-
1.2	chaleur humide	Séquentiel	méthode 306	Non applicable	-
1.3	Basse température	Séquentiel	méthode 303	Non applicable	-
1.4	Vibration (aléatoire)	Séquentiel	Sans changement	Non applicable	-
1.5	Choc (vertical et horizontal)	Séquentiel comme montré	Sans changement	Non applicable	-
1.6	Cargaison lâche	Séquentiel	Sans changement	Non applicable	-
1.7	Pluie	Non séquentiel	Sans changement	Non applicable	-
1.8	L'eau induite	Non séquentiel	Sans changement	Non applicable	-
1.9	Levage	Non séquentiel	Sans changement	Sans changement	-
	Hostile anormal				
1.10	Explosion sous marine	Non séquentiel	Sans changement	Sans changement	-

Tableau 15 : séquence améliorée avec méthode d'essais et sévérités (étape 7)



(1) séquence améliorée d'essais critiques		(2) élément séquentiel/non séquentiel	(3) essai révisé ou combiné d'environnements	(4) traitements complémentaires de modélisation/analyse	(5) Remarks
	Normal				
2.1	chaleur sèche	Séquentiel comme montré	Sans changement	Non applicable	-
2.2	chaleur humide	Séquentiel comme montré	Sans changement	Non applicable	-
2.3	Basse température	Séquentiel comme montré	Sans changement	Non applicable	-
2.4	Vibration	Séquentiel comme montré	Sans changement	Non applicable	-
2.5	Choc thermique	Séquentiel comme montré	Sans changement	Non applicable	-
2.6	choc	Séquentiel comme montré	Sans changement	Non applicable	-
2.7	poussière et sable	Non séquentiel	Sans changement	Non applicable	-
2.8	atmosphère saline	Non séquentiel	Sans changement	Non applicable	-
2.9	eau induite	Non séquentiel	Sans changement	Non applicable	-
2.10	EMC	Non applicable	Sans changement	Sans changement	-
2.11	Risques biologiques	Non applicable	Sans changement	Sans changement	-
	Hostile anormal				
2.12	Décontaminants NBC	Non applicable	Sans changement	Sans changement	-
2.13	Souffle (surpression)	Non applicable	Sans changement	Sans changement	-
	Accident anormal				
2.14	choc (crash)	Non applicable	Sans changement	Sans changement	-
2.15	Immersion	Non applicable	Sans changement	Sans changement	-

Tableau 16 : séquence améliorée avec méthode d'essais et sévérités – suite (étape 7)



JET CHAUD JET FROID VIBRATION EMPORT CAPTIF SOUS AVION VIBRATION EMPORT CAPTIF SOUS AVION TIR CANON TIR CANON PLUIE ORIENTÉE EROSION A LA GRELE BROUILLARD SALIN SABLE ET POUSSIÈRES POUSSÉE MISE À FEU POUSSÉE MISE A FEU PANNE ET EXAMEN CRITIQUE

Hors conteneur

Page 62 06/12/2010 édition 1

5 EXEMPLE N°5 BASÉ SUR LA DÉMARCHE EN 4 GROUPES DE TACHES

Approche fonctionnelle dans la démarche de personnalisation d'un produit à son environnement : application au cas d'un lecteur encodeur de chèque.

5.1 Attendu au départ

L'application complète de la démarche de personnalisation à l'environnement d'un produit donné se traduit par un volume de documents important.

L'exemple du lecteur-encodeur de chèque (L.E.C.), traité dans la suite, a volontairement été simplifié et dépouillé pour mettre mieux en évidence l'approche fonctionnelle qui constitue le moteur de la démarche. Les phases ne sont pas de manière exhaustive et les aspects classiques sont laissés au stade d'ébauche (évaluation de la sensibilité aux agents d'environnement, établissement du programme d'essai, ...).

5.2 Spécification du besoin

Le point de départ du projet réside dans l'énoncé de la spécification technique du besoin (STB), résumée ci-dessous :

Le L.E.C. est un équipement de guichet permettant de traiter de manière décentralisée les chèques (ou effets bancaires du même type) possédant une ligne d'encodage réservée à la reconnaissance magnétique des caractères. Il est destiné à être connecté à un concentrateur ou mini-ordinateur qui assure la gestion des opérations.

Fonctions principales que doit assurer le L.E.C.

- la lecture des documents
- l'encodage des documents
- le dialogue avec le concentrateur
- l'interfaçage (optionnel) avec une alimentation automatique (AL) ou une trieuse (TR).

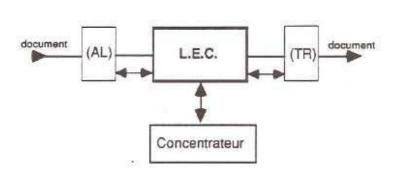


figure 1 : Contexte d'exploitation du L.E.C.

La STB décrit d'une part les fonctions que doit remplir le L.E.C. et les performances associées, et d'autre part les contraintes d'exploitation ou d'environnement.

5.3 Premier groupe de taches

Les arborescences fonctionnelle et technique du L.E.C. sont déduites de la STB, tandis que la quantification des performances nécessite la caractérisation des environnements normaux, limites et extrêmes prévue dans le deuxième groupe de tâches.

L'exécution du premier groupe de tâches permet de renseigner progressivement, pour chaque situation et chaque fonction de service élémentaire, un tableau du type du tableau 3 (voir plus loin), mises à part les dernières colonnes relatives au programme d'essais qui seront remplies à l'issue du 4ème groupe de tâches.

5.3.1 Identification des différentes situations du profil de vie

L'expression du besoin permet d'identifier 5 situations principales du profil de vie du L.E.C. décomposées, pour certaines, en sous-situations :

N	om	Description	Durée	Occurrence
S1		STOCKAGE EN MAGASIN USINE	< 3 mois	
S2		SORTIE DUSINE	< 4 jours	
	S21	Déstockage magasin		
	S22	Enlèvement d'étagère		
	S23	Dépose palette		
	S24	Palettisation sur chariot mobile		
	S25	Manutention vers camion de transport		
S 3		TRANSPORT A DESTINATION DU	< 48 h	
		CLIENT		
S4		STOCKAGE EN MAGASIN CLIENT	< 6 mois	
S5		UTILISATION	5 ans	
	S51	Déstockage client		< 1 / an
	S52	Installation		< 1 / mois
	S53	Exploitation	< 10 h/j	Illimitée
	S54	Maintenance		1/ sem
	S55	Déplacement d'un guichet à un autre		< 1/ mois
	S56	Stockage en attente guichet		< 1 / an

Tableau 17: profil de vie du L.E.C.

Nota:

- la description du profil de vie a été volontairement simplifiée
- plusieurs situations mériteraient d'être davantage détaillées

Ainsi, la situation de maintenance se scinde en deux :

- maintenance préventive réalisée sur site par l'exploitant
- maintenance curative (réparation) réalisée en usine ou dans un établissement tiers (d'où emballage, transport ...) avec une occurrence indéterminée.

5.3.2 Arborescence fonctionnelle

5.3.2.1 <u>Identification des fonctions de service</u>

Les fonctions de service sont décrites dans la spécification technique du besoin (STB).

- FS1: lire le document
- FS2 : encoder le document
- FS3 : communiquer avec le concentrateur par liaison série
- FS4 : protéger l'appareil jusqu'à son installation
- FS5 : guider l'installation et la maintenance de l'appareil (aider)

La figure 3 précise l'interaction du L.E.C. avec son environnement vis-à-vis de chacune des fonctions de service.

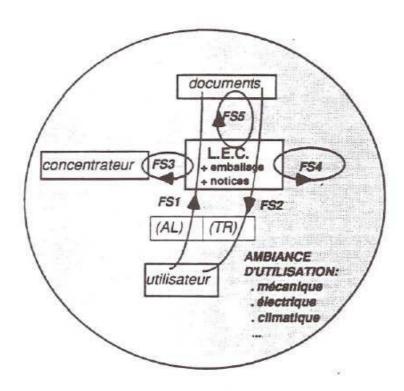


Figure 3 : Diagramme fonctionnel du LEC

La nature et le niveau des agents d'environnement caractérisant l'ambiance d'utilisation (zone grisée) dépend de la situation considérée.

L'environnement intervient de façon directe dans la définition de la fonction de service FS4 (protéger) et fait pour cela l'objet d'uns spécification particulière précise de performances associées (résistance climatique et mécanique du matériel emballé). Mais l'environnement intervient également de manière indirecte pour toutes les autres fonctions en tant que contrainte externe.

Ainsi l'humidité augmente le risque de décharges électrostatiques auxquelles est sensible l'électronique en général et les liaisons de communication en particulier (FS3), tandis qu'elle modifie les caractéristiques mécaniques du papier et le rend plus ou moins facile à mécaniser (FS1 et FS2).



De même, l'assistance à l'installation et à la maintenance (FS5) est réalisée à l'aide :

- de notices qui sont plus ou moins lisibles suivant la lumière ambiante et dont le support risque de se dégrader sous l'effet du soleil (déformation due à l'effet thermique, effacement dû aux U.V...) ou de l'humidité (fragilisation ...)
- de voyants et d'afficheurs plus ou moins lisibles et perturbables.
- d'alarmes ou d'indicatifs sonores plus ou moins audibles selon le niveau de bruit ambiant.

5.3.2.2 <u>Identification des fonctions techniques</u>

Les fonctions techniques (ou de conception) correspondent aux choix techniques mis en œuvre par le concepteur pour réaliser les fonctions de service. Elles sont décrites dans le dossier de définition (DD) :

Fonctions techniques associées à FS1 (lire le document) :

- FT11 : recevoir le document de l'utilisateur (ou de l'alimentation automatique)
- FT12 : guider le document
- FT13 : entraîner le document
- FT14 : décoder les caractères au vol
- FT15 : évacuer le document vers le module encodage

Fonctions techniques associées à FS3 (communiquer):

- FT31 : raccorder le L.E.C. à un concentrateur
- FT32 : choisir la police de caractères échangés

Fonctions techniques associées à FS4 (protéger):

• FT41 : emballer le matériel

Fonctions techniques associées à FS5 (aider):

- FT51 : décrire la procédure d'installation dans une notice
- FT52 : décrire la procédure de maintenance dans une notice
- FT53 : signaler les anomalies (aide en ligne)

Le processus de conception nécessite d'engager de façon progressivement décroissante la construction des arbres technique et fonctionnel, jusqu'au niveau le plus bas jugé pertinent. La démarche de validation, quant à elle, remonte progressivement ces arbres.

A titre d'exemple, une partie de l'arbre fonctionnel lié à la fonction lecture a été reproduit sur la figure 4.

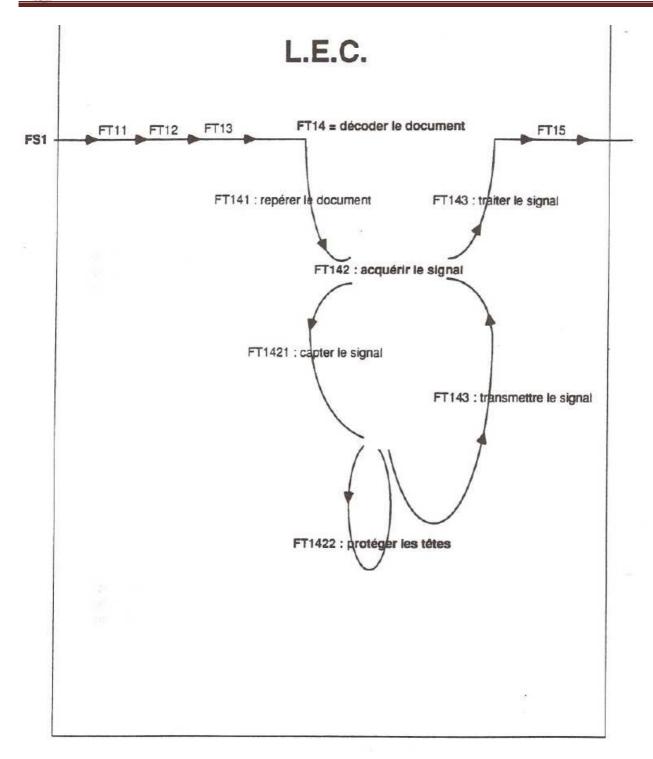


Figure 4: partie de l'arbre fonctionnel du L.E.C. associé à la fonction FS1

Ainsi « protéger les têtes » (vibrations, poussière, parasites ...) est une fonction élémentaire prévue dès l'origine par le concepteur grâce à son expertise technologique ou par comparaison avec des réalisations antérieures (capitalisation du savoir-faire).

5.3.3 Quantification des performances



Les objectifs de performance des fonctions de service sont déduits de la STB.

Il s'agit ensuite, dans chaque situation ou sous-situation, et pour chaque fonction de service, de quantifier les performances de chacune des fonctions techniques associées relativement aux domaines d'emploi normal, limite et extrême définis dans le groupe de tâches n° 2.

Le tableau 19 résume cette tâche dans le cas de la situation d'exploitation du L.E.C. (S53) en ne détaillant que la seule fonction de lecture (FS1).

Au cours de cette étape, on pourra resserrer les tolérances définies (directement compatibles avec les fonctions et performances spécifiées) afin de prendre en compte la sensibilité des performances vis-à-vis des autres sources de variabilité (conception, processus de fabrication, conditions d'emploi).

Ainsi, en raison du caractère de criticité de la performance « vitesse d'entraînement » associée à la fonction technique « entraîner le chèque », mis en évidence par des essais partiels, une marge de conception de 0,1 m/s sur la tolérance définie ayant pour limites extrêmes : 0,3 m/s et -0,2 m/s.

5.3.4 Arborescence technique

La phase de conception a conduit à attribuer au L.E.C. l'architecture suivante, décrite dans le dossier de définition (DD):

Le L.E.C. est constitué de deux sous-ensembles principaux :

- un sous-ensemble de lecture
- un sous-ensemble d'encodage

Le sous-ensemble de lecture comporte un capotage et un châssis où est fixés un rack électronique ainsi qu'un module mécanique de lecture. Ce dernier comprend une cinématique de motorisation, des têtes de lecture et de pré-magnétisation, une carte de pré-amplification de lecture et une carte d'interconnexion.

Le sous-ensemble d'encodage comporte un capotage et un châssis où est fixés un rack électronique ainsi qu'un module mécanique de lecture. Ce dernier comprend une cinématique de motorisation, des têtes de lecture et de pré-magnétisation, une carte de pré-amplification de lecture et une carte d'interconnexion.

Le sous-ensemble d'encodage comporte un capotage et un châssis où sont fixés un rack électronique, un module d'alimentation (24V, 5V, 12V) et un module mécanique d'encodage. Ce dernier est constitué d'une cinématique de pré-marquage (encodage) assurée par 3 moteurs assurant respectivement le défilement du chèque, la rotation de la roue à caractères et l'avancement de la cassette du ruban.

L'arborescence technique de l'équipement fait apparaître les entités matérielles, à différents niveaux d'assemblage (ex : module distinct de l'équipement, sous-ensemble, composant), qui interviennent dans la réalisation de chacune des fonctions techniques FTi).

Le tableau 21 synthétise l'arborescence technique du L.E.C. associée à la fonction de service FS1 (= lire le document) tandis que la figure 5, ci-après, met en évidence le parallélisme des arborescences fonctionnelle et technique.

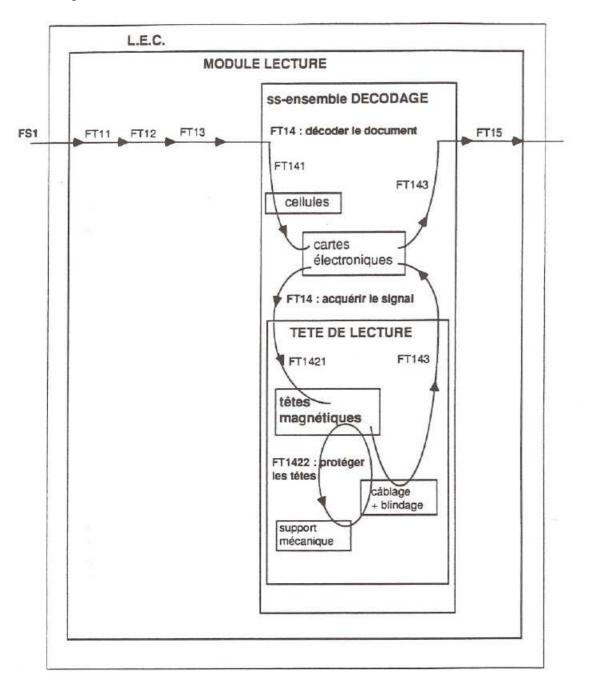


Figure 5: Arborescence fonctionnelle et technique

La protection des têtes prévue au départ était essentiellement mécanique (support antivibratoire, capotage anti poussière). Les essais ont cependant mis en évidence le parasitage des têtes par un moteur voisin, dont l'élimination a nécessité l'ajout d'une plaque de blindage. Il s'agit là, d'une reprise de conception induite par une sévérisation locale de l'environnement due à un choix de conception.



5.4 Groupe de taches

5.4.1 Caractérisation des situations par des agents d'environnement

L'évaluation de la sensibilité d'un matériel donné aux agents d'environnement suppose la mise en place de moyens capitalisant l'expérience et la connaissance acquise dans le domaine.

L'exemple traité n'aborde pas ce point qui fait l'objet, par ailleurs, de publications diverses telles que la DEF/STAN 0035.

5.4.2 Détermination des valeurs de chacun des agents d'environnement

Les aspects relatifs à ce point font l'objet de nombreuses publications.

L'originalité de la démarche préconisée ici, réside dans la partition de l'environnement en trois domaines : « normal », « limite », « extrême ».

La notion d'environnement limite est liée à la dégradation réversible des performances que l'on peut tolérer transitoirement dans une situation donnée.

La dégradation tolérable doit être définie de façon précise avec le client et / ou l'utilisateur.

Ce peut être dans le cas du L.E.C. :

- un arrêt intempestif nécessitant une relance manuelle,
- une chute de débit.
- une limitation du spectre des documents traités.
- etc ...

Le tableau 22 précise les différents types d'environnement à prendre en compte dans le cas du L.E.C., ainsi que les valeurs associées, en distinguant :

- d'une part l'environnement SPECIFIE et l'environnement RETENU
- d'autre part les domaines d'environnement normal, limite et extrême.

La signification des caractères utilisés dans la codification des quadruplets xxxx associés aux environnements envisagés et utilisés dans le tableau 3, est la suivante :

- - 1er caractère : S = environnement SPECIFIE
 - R = environnement RETENU
- 2ème caractère : N = environnement normal
 - L = environnement limite
 - E = environnement extrême
- 3ème caractère : C = environnement climatique
 - M = environnement mécanique



E = environnement électromagnétique

• 4ème caractère : le chiffre indique le numéro d'ordre de l'environnement considéré pour une séquence déterminée des 3 premiers caractères

Exemple : SLC2 : environnement spécifié limite, le 2ème dans la séquence de type climatique.

L'environnement retenu doit être déterminé dans chaque situation et pou chacun des agents d'environnement pertinents. Ceci suppose le calcul, dans chaque cas, du coefficient de garantie (k) qui dépend :

- de la distribution statistique de la valeur représentant l'agent d'environnement
- de la distribution statistique de la résistance de la performance à l'effet de l'agent considéré
- de la défiabilité acceptable (taux de non respect de la performance spécifiée).

Pour illustrer la méthode, le tableau ci-dessous résume les étapes du calcul dans le cas de l'agent température en situation d'exploitation (caractérisation de RNC1 et RLC1).

La distribution de température est supposée suivre une loi normale caractérisée par la moyenne mE et le rapport CVE = e/mE

De même, la résistance de la performance est caractérisée par le rapport $CVr = \sigma R/mR$.

Dans tous les cas, sauf les deux derniers, l'hypothèse est celle d'un climat « tempéré » (répartition de la température entre 15 et 35°C à 3 écarts types), soit :

mE = 25°C et $CVc = \sigma E/mE = 0.13$.

Le tableau 18 indique la valeur du coefficient de garantie (K), du facteur d'essai (FE) (en supposant un seul essai et un niveau de confiance de 90%), de la température retenue (TR) et de la sévérité d'essai (SE) pour différents taux de défiabilité acceptés et différentes sensibilités de l'équipement à la température (CVr).

mE (°C)2	25	25	25	25	25	25	25	25	25	35	35
CVE	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	10-4	10-4
CVR	0.08	0.04	0.08	0.08	0.02	0.005	0.002	0.005	0.005	0.08	0.08
Défiabilité	1%	1%	1%	3%	1%	1%	5%	5%	7%	50%	1%
K	1.4	1.33	1.56	1.32	1.31	1.3	1.22	1.21	1.19	1	1.23
Fe	1.13	1.06	1.13	1.13	1.03	1.007	1.032	1.08	1.008	1.13	1.13
$TR (=mExk) (^{\circ}C)^{\circ}$	35	33.3	39	33	32.8	32.5	30.5	30.3	29.9	35	43
SE (=TRxFE) (°C)	39.5	35.3	44	37.3	33.8	32.8	31.5	30.5	30	40	49
K x FE	1.58	1.41	1.76	1.49	1.35	1.31	1.26	1.22	1.20	1.13	1.39

Tableau 18: Sévérités d'essai en fonction des risques acceptés

On constate (1^{ère} colonne) qu'une sévérité d'essai voisine de 40°C est acceptable, vis-à-vis de l'environnement décrit, avec un risque de fiabilité de 1% à condition que la limite de tenue de la performance à la température soit caractérisée par un CVr au plus égal à 0.08, ce qui correspond au cas du L.E.C..

Toutes choses égales par ailleurs, le tableau montre cependant que :

• une sévérité d'essai de 35.5°C sera suffisante si l'on peut garantir un CVr inférieur à 0.04 (2ème colonne)



- une sévérité d'essai de 37.5°C sera suffisante si l'on accepte un risque de défiabilité de 3ù (3ème colonne)
- la sévérité d'essai à retenir sera d'autant plus faible que le risque de défiabilité accepté est plus grand et que le CVr est plus faible (colonnes 4 à 9)

L'avant dernière colonne du tableau correspond au cas du même matériel (CVr de 0.08) placé dans un environnement caractérisé cette fois par une très faible dispersion autour de 35°C. La sévérité d'essai de 40°C ne permet alors de garantir qu'un taux de défiabilité de 50%. Dans ces conditions, hors STB, il est donc possible que 50% des lecteurs ne tiennent pas les performances!

Pour prendre en compte ces dernières conditions, il faudrait spécifier une deuxième distribution possible pour l'environnement caractérisée par une moyenne mE = 35°C et un écart type voisin de 0. Ceci conduirait alors, pour un taux de défiabilité de 1%, à une sévérité d'essai de 49°C (cf dernière colonne du tableau).

5.5 3ème groupe de taches

5.5.1 **Actions en conception**

Les actions de conception visent à garantir le respect des performances des fonctions techniques définies dans le premier groupe de tâches. Elles conditionnent notamment les choix technologiques et les procédés de fabrication. Sans les décrire dans le du L.E.C., il faut signaler que ces actions peuvent aussi consister à modifier certaines tolérances, à revoir l'environnement défini ou à prévoir certains essais aggravés, d'où des itérations inévitables entre les groupes de tâches.

5.5.2 Action de validation

Les actions de validation constituent les éléments de justification ou de la tenue des performances dans les domaines d'environnement retenus normaux, limites ou extrêmes correspondants.

Suivant le degré d'innovation, ces actions peuvent être :

- une « non action » en cas d'acceptation d'un risque pris (impasse)
- une simulation basée sur un modèle mathématique (logiciel) ou physique (avec éléments réels) sous réserve d'être situé dans le domaine de validité du modèle
- un essai

Le tableau 23 présente le résultat de cette étape de validation en se limitant aux fonctions techniques du L.E.C. associées à la fonction de service FS1 (=lire).

A tire d'illustration, citons quelques exemples d'actions de validation entreprises sur le L.E.C. Et leurs conséquences pratiques sur la définition ou la conception du matériel :

Compatibilité Electro Magnétique (CEM) :

Les essais de susceptibilité aux décharges électrostatiques (suivant CEI 801-2), et aux trains d'impulsions (suivant CEI 801-4) ont mis en évidence des défauts de lecture en environnement perturbé.

L'amélioration de l'immunité a nécessité la révision des cheminements de câbles (séparation puissance / signaux capteurs) et le blindage du câble secteur.

06/12/2010 Page 72 édition 1



Tenue mécanique

L'essai de tenue aux vibrations et aux chocs du matériel emballé (suivant NFC20732) a montré le risque de déconnexion de certaines cartes durant les phases de manutention et transport.

La fixation de ces cartes a dû être remplacée.

Endurance thermique:

Un essai d'endurance sur une population de 10 lecteurs a mis en évidence la sensibilité du réglage de pression du galet d'entraînement du chèque, se traduisant par l'augmentation du taux de bourrage après quelques heures de fonctionnement. Des essais climatiques ont permis de mettre en cause l'influence de la température sur la force de rappel du ressort. L'analyse et des essais partiels complémentaires ont par ailleurs montré le risque d'usure prématurée de la courroie en cas de trop grande force de rappel du ressort. Ceci a conduit à modifier la définition du ressort et à en optimiser le réglage.

Sensibilité à l'humidité :

Des essais sous humidité variable ont mis en évidence un problème d'accrochage des chèques en entrée en configuration d'alimentation automatique (option « AL »), lié à un phénomène d'électricité statique.

Le problème a été résolu par le changement de certains matériaux et l'amélioration de la continuité de masse mécanique.

5.6 Etablissement du programme de validation

Cette tâche permettra de finir de renseigner le tableau 20.

La transformation de l'environnement synthétisé à l'issue du 3^{ème} groupe de tâches en sévérité d'essai nécessite la prise en compte d'un facteur d'essai (voir tableau du paragraphe A4.2).

Cette étape, abordée de manière détaillée par de nombreuses publications, n'en fait pas l'objet d'un développement spécifique dans le cadre de l'exemple traité ici.

5.7 Conclusion

La démarche de personnalisation d'un matériel à son environnement représente une méthodologie efficace pour élaborer de façon rigoureuse et optimisée le DD et le DJD.

L'exemple simple évoqué ci-dessus, mais non détaillé, montre que l'inconvénient de la méthode risque d'être sa lourdeur qu'on envisage son application stricte et systématique. Cet inconvénient est toutefois résolu par le recours à l'informatique auquel la démarche se prête fort bien et qui permet notamment :

- d'alléger le formalisme
- d'éviter les doubles saisies (et les risques d'erreur associés)
- d'effectuer des contrôles de cohérence (renseignement de tous les items, filiation, ...)
- de gérer les mises à jour et les itérations inévitables avec un maximum d'efficacité et de fiabilité.

L'outil informatique offre en outre l'avantage fondamental de permettre la capitalisation de l'acquis.



				FONCTIO	ONS DE SERVICE PRINCIPALES (STB)							
Si (profil de			PERFORMANCES SPECIFIEES									
		Description de la	E	Sûreté de	Co. Co. Pl. and Co.	ENVII	RONNEMENT SPI	ECIFIE				
vie)	Action	fonction technique	Fonctionnelle	fonction nement	Spécification	Normal	Limite (*)	Extrême				
S53 E X P L O I T	Lire	Lire les caractères Magnétiques Alphanumériques Des	X X		Spectre des documents traités (en mm) - longueur : 105 à 225 - hauteur 50 à 110 - épaisseur 0,08 à 0.12 - rugosité 15 à 45 lissé BEKK - délai de lecture au moins égal à 3000 documents/heure	SNC1	SLC1 SLC2 SLC3	SEC1				
A T I O N		documents	X	X X X	MCBF 5.10^6 cycles de lecture sans défaut 2 polices de caractères CMC7 et E138 (ISO 1004) Taux de bourrage $< 10^{-4}$ Taux d'erreur de lecture $< 10^{-5}$	SNC3 SNM1 SNM2 SNE1	SLM1	SNM1				
FS2 = ENCC	FS2 = ENCODER											
	MUNIQUER											
FS4 = PROT												
FS5 = DOC	UMENTER											

^{(*) :} la dégradation autorisée restera à définir

Tableau 19 : caractérisation fonctionnelle du L.E.C. en exploitation (situation S53)



FONCTIONS TECHNIQUES (DD) PERFORMANCE DEFINIE						QUALIFICATION (***)				
Description de la fonction technique	Fonctionn elle	Sûreté de fonctionn ement	Définition	Tolérance définie				PROGRAMME D'ESSAIS		
				,	Normal	Limite (*)	Extrême	Normal	Limite (*)	Extrême
Recevoir le chèque	X		Débit ≥ 3100 documents/h	+ ∞ 2.10 ⁻³	RNC1 RNC2	RIC1 RLC2	REC1 REM1			
Guider le chèque	X		Ouverture guidage = 3 mm	+1 0 mm	RNC3	RIC3	TALLANTI			
Entraîner le chèque	X		Vitesse d'entraînement 1.3 m/s	+0.2 -0.1 m/s	RNM1 RNM2	RNM1				
		X	Taux de bourrage ≤ 1/10300	+3%	RNE1					
Lire le chèque	X		2 polices de caractères MC7 et E138 (ISO1004)	Suivant norme ISO 1004						
		X	Taux d'erreur de lecture < 1/106000	±2%						
Evacuer le chèque	X		Vitesse d'éjection 0.5 m/s	±5%						

(**): Ces tolérances ont été définies par le concepteur pour chaque fonction technique afin de pouvoir réaliser les fonctions de service avec l es performances spécifiées (***): Serait renseigné à l'issue de la 4ème étape

Tableau 20 : caractérisation fonctionnelle du L.E.C. en exploitation (situation S53) -suite

FONCTION	ENTITES MATERIELLES INTERVENANT					
	EQUIPEMENT	PARTIE DE L'EQUIPEMENT	COMPOSANTS			
FS1 =	Désigné : Module de lecture	- châssis mécanique - capotage - cinématique lecture	- pièces mécaniques composant le châssis - visserie associée			
LIRE	Wodule de lecture	- cartes équipées	- cartes imprimées - composants			
LE			électroniques			
DOCUMENT			Connectique - moteurs, courroies, poulies			
		- cinématique lecture	- têtes de lecture - câblage associé - poulies, courroies et			
			câblage associés aux têtes de lecture - blindage EMC			

Tableau 21: arborescence technique du LEC relative à la fonction FS1 (= lire)

Ι	Domaine		ENVIRONNEMENT SPECIFIE		ENVIRONNEMENT RETENU	
N	L	E	Code	Description	Code	Description
X			SNC1	Local non climatisé	RNC1	10 à 40°C
X			SNC2	30 à 80% d'humidité relative	RNC2	20 à 90% HR (prise en compte de la variabilité des performances à l'humidité)
	X		SEC1	Chute de liquide (eau, café,)	REC1	Idem SEC1
X			SNC3	Empoussièrement correspondant à 50 000 chèques dépilés	RNC3	Idem SNC3
	X		SLC1	Local tempéré (15 à 35°C)	RLC1	10 à 40°C (prise en compte de la variabilité des performances à la température)
	X		SLC2	20 à 95% d'humidité	RLC2	Idem SLC2
X			SNM 1	Chute libre de 5 cm	RNM1	Idem SNM1
	X		SLM1	Chute libre de 50 cm	RLM1	Idem SLM1
		X	SEM1	Chute libre de 70 cm	REM1	Chute libre de 1 mètre (prise en compte de la variabilité des performances à la chute libre)
X			SNM 2	Bruit acoustique courbe NR70	RNM2	Idem SNM2
	X		SLC3	Empoussièrement correspondant à 50 000 à 100 000 chèques dépilés	RLC3	Idem SLC3
X			SNE1	D.E.S. suivant CEI 801-2 niveau 3	RNE1	CEI 801-2 niveau 4

Tableau 22: caractérisation de l'environnement du L.E.C.



FONCTION		CODES DE		VALIDATION	
TECHNIQUE	PERFORMANCE		DESCRIPTION DE	NIVEAU	RECHERCHE DE MARGE
		MENT RETENU	L'ACTION	D'ASSEMBLAGE	
Recevoir le	Débit jusqu'à	Tous	- validé par l'usage	Sans	Sans objet
chèque	3000		 contrôle des technos 		
	documents/he		et procédés acquis		
	ure				
Lire le	Taux d'erreur	RLC1	- calcul pour évaluation	Cinématique de	Oui, car la performance est
chèque	de lecture ≤		de variation de vitesse	lecture	critique ; à la variabilité
_	1/106000		du tapis (liée aux taux		attendue sur la vitesse
			d'erreur de lecture)		d'entraînement soit : +0.2
			entraînée par une		-0.1 m/s
			élévation de		On ajoutera une marge de
			température jusqu'à		0.1 m/s. la vitesse
			40°C		d'entraînement qui s'en
					déduit (1.3 m/s) tient
					compte de cette variabilité
					et de cette marge
Entraîner le	Taux de	RNC2	- un essai cyclique de	Module de	Non, car performance non
chèque	bourrage ≤		chaleur humide selon	lecture	critique
•	1/10300		NFC 20.730 pour 40°C		•
			et 2 cycles		
Evacuer le	Vitesse	RNC1	- pas d'action	Sans objet	Sans objet
chèque	d'éjection :		- risque estimé nul		, i
_	0.5 m/s		•		

Tableau 23 : actions de validation à la fonction de service FS1 (=lire)

FIGURES

Figure 1:Profil de vie d'un système de mesure de la qualité de l'air	6
Figure 2 : Profil de vie de l'exemple 2	44
Figure 3 : Diagramme fonctionnel du LEC	65
Figure 4: partie de l'arbre fonctionnel du L.E.C. associé à la fonction FS1	67
Figure 5: Arborescence fonctionnelle et technique	69
TABLEAUX	

Tableau 1: Tableau des occurrences du système de mesure de la qualité de l'air	9
Tableau 2: Tableau des agents d'environnement	40
Tableau 3 : Synthèse essai au froid :	42
Tableau 4 : Synthèse essai de chaleur sèche :	42
Tableau 5 : Synthèse essai de chaleur humide :	
Tableau 6 : Sévérités d'essai avec application du coefficient de garantie et facteur d'essai.	
Tableau 7 : Tableau des occurrences de l'exemple 2	
Tableau 8 : Synthèse des situations 1, 17, 20	52
Tableau 9 : Environnements critiques temporaires (étape 4) : Transport et stockage	
Tableau 10: Environnements critiques temporaires (étape 4): Déploiement et u	utilisation
opérationnelle	59
Tableau 11 : Environnements critiques (étape 5)	59
Tableau 12 : Environnements critiques-suite (étape 5)	60
Tableau 13 : Séquence préliminaire de méthodes d'essais et sévérités (étape 6)	60
Tableau 14 : séquence préliminaire de méthodes d'essais et sévérités - suite (étape 6)	61
Tableau 15 : séquence améliorée avec méthode d'essais et sévérités (étape 7)	61
Tableau 16 : séquence améliorée avec méthode d'essais et sévérités – suite (étape 7)	62
Tableau 17: profil de vie du L.E.C.	64
Tableau 18: Sévérités d'essai en fonction des risques acceptés	71
Tableau 19 : caractérisation fonctionnelle du L.E.C. en exploitation (situation S53)	74
Tableau 20 : caractérisation fonctionnelle du L.E.C. en exploitation (situation S53) -suite .	75
Tableau 21: arborescence technique du LEC relative à la fonction FS1 (= lire)	76
Tableau 22: caractérisation de l'environnement du L.E.C	77
Tableau 23: actions de validation à la fonction de service FS1 (=lire)	78