






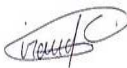





SPECIFICATIONS DU SERVICE ELECTRIQUE ONERA DU CENTRE DE MODANE AVRIEUX

SPECIFICATIONS ELECTRIQUES GENERALES

HISTORIQUE

Version Révision	Date de mise à jour	Cause et /ou nature de l'évolution
1.0	03/11/2014	Création
2.0	21/06/2016	Refonte complète du document

	Rédacteur	Vérificateurs	Approbateur
Groupe	GTE	GTE	GT
Nom	M.Marchand	T.Coudurier, S.Bouvier, C.Chiaberto, D.Charvin, O.Giraud, P.Magnin, N. Sari, D. Bertino	C. Chargy
Visa		       	

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. LEXIQUE.....	3
3. NORMES APPLICABLES	3
4. TENSIONS/REGIME DE NEUTRE.....	4
5. COMPOSITION DES ENVELOPPES ELECTRIQUES	4
5.1. Dimensions des armoires/coffrets	4
5.2. Socles	4
5.3. Serrure.....	4
5.4. Support plan	4
5.5. Tablette PC.....	4
5.6. Prises de courant.....	5
5.7. Eclairage.....	5
5.8. Température de fonctionnement	5
5.9. Degré de protection	5
5.10. Etiquetage des enveloppes électriques	5
5.11. Coupure des énergies.....	6
5.12. Equipements de façade	6
5.13. Implantation du matériel dans les enveloppes.....	8
5.13.1. Distribution - Protection.....	8
5.13.2. Borniers	9
5.13.3. Système de pré câblage pour les entrées/sorties automates	10
5.13.4. Matériel électronique.....	10
5.14. Principe de numérotation du matériel	10
5.15. Repérage	10
5.15.1. Généralités.....	10
5.15.2. Face avant d'armoires - coffrets - pupitres - actionneurs - capteurs.....	11
5.15.3. Appareillages intérieurs à un ensemble	11
5.15.4. Câbles - Fils	11
5.16. Réserves	12
5.17. Matériel utilisé à l'ONERA.....	12
6. CONFORMITE MACHINE	12
7. CABLAGE.....	13
7.1. Conducteurs et câbles.....	13
7.2. Raccordement des conducteurs.....	15
7.3. Blindage.....	15
7.4. Chemins de câble.....	15
7.5. Boîtes de dérivation	16
7.6. Raccordement et montage des capteurs	17
7.7. Prises de terre et conducteurs de protection.....	17
7.8. Fibres optiques	17
7.9. Documentation à fournir	18
8. VALIDATIONS	18
8.1. Schémas électriques	18
8.2. Réception enveloppes électriques chez le concepteur.....	19
8.3. Réception enveloppes électriques à l'ONERA	19
8.4. Réception partie réseaux.....	19
8.5. PV de réception	19
9. MATERIEL UTILISEE A L'ONERA	20
10. FICHE DE CONTROLE ONERA.....	23
11. LEVEE DE RESERVES	30

1. **OBJET**

La présente spécification a pour objet de décrire les règles à respecter dans la conception, la fabrication, et la mise en place d'éléments électriques (armoires, coffrets, câblage, chemins de câbles,...).

Cette spécification s'applique chaque fois qu'elle n'est pas modifiée par les spécifications particulières au projet. Toute dérogation au présent document doit faire l'objet d'une demande écrite et cette demande écrite devra être validée par l'ONERA.

Dans le cas où les présentes spécifications ne sont pas respectées, l'ONERA se donne le droit de refuser le matériel et la prestation.

2. **LEXIQUE**

Enveloppe électrique : armoires ou coffrets électriques.

BJ : boîte de Jonction.

Concepteur : personne, groupes de personnes dont le travail consiste à concevoir et/ou à mettre en place toutes parties en lien avec le domaine de l'électrotechnique et/ou l'automatisme.

3. **DOCUMENTS APPLICABLES**

Numéro	Désignation	Référence document
[1]	Spécifications électriques générales	DSMA-GTE-CMA-GEN-SP-n°15-VX.X
[2]	Spécifications conformité machine	DSMA-GTE-CMA-GEN-SP-n°12-VX.X
[3]	Spécifications schémas électriques	DSMA-GTE-CMA-GEN-SP-n°7-VX.X

4. **NORMES APPLICABLES**

Le concepteur est supposé connaître toutes les règles générales et particulières.

Toute norme non référencée ci-dessous dont l'application pourrait être utile à l'exécution du concepteur, sera aussitôt portée à la connaissance de l'ONERA qui communiquera sa position par écrit au titulaire.

- NF C 15 100 - pour l'installation électrique et la protection des personnes,
- NF C 63 850 - pour les automates programmables et également pour les systèmes intégrant les automatismes logiques,
- NF C 46 021 ou CEI 61 000 - 4.2 les essais pour compatibilité électromagnétique principalement pour les matériels de commande dans les process industriels - prescriptions relatives aux décharges électrostatiques,
- NF C 46 022 ou CEI 61 000 - 4.3 - Prescriptions relatives aux rayonnements électromagnétiques,
- NF C 46 023 ou CEI 61 000 - 4.4 - Prescriptions relatives aux transitoires électriques rapides en salves,
- NF C 32 070 - Classification du comportement des câbles au feu,
- NF C 23 520 - Matériel électrique pour atmosphère explosive - Sécurité intrinsèque,
- les décrets 80 543 et 80 544 de juillet 1980 pour la sécurité des personnes,
- NF EN 60 742 - Pour les entrées, les sorties et l'unité centrale des automates,
- NF EN 60 204 - Pour la sécurité des machines,
- Directive 89/392/CEE - Exigences essentielles de sécurité et santé relative à la conception et à la construction des machines,
- Directive 93/44/CE - Exigences essentielles de sécurité et santé relative à la conception et à la construction des machines.

- Directive 89/336/CEE – CEM
- Directive machines 2006/42/CE,
- NF EN ISO 13849-1 : Sécurité des machines. Parties des systèmes de commandes relatives à la sécurité,
- NF EN 62061 : Sécurité des machines/sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité,

5. TENSIONS/REGIME DE NEUTRE

Le centre ONERA de Modane Avrieux est alimenté par deux sources (10KV et 20KV).

Le secteur basse tension est 410/230 volts 50 hertz. Présence de 110V (240V entre phases) dans le bâtiment d'exploitation (BEX).

Le régime de neutre est soit impédant (IT), soit à la terre (TN) et est différents selon les bâtiments. Le concepteur se renseignera auprès de l'ONERA pour connaître le régime de neutre du bâtiment ou de l'installation concernée sur laquelle il doit travailler.

L'indice horaire pour les prises 16A est sens horaire et pour les prises 63A anti horaire.

6. COMPOSITION DES ENVELOPPES ELECTRIQUES

6.1. Dimensions des armoires/coffrets

Les dimensions des enveloppes électriques seront ajustées en fonction du matériel à mettre en place et des réserves citées ci-après.

La couleur des enveloppes sera grise.

6.2. Socles

Dans le cas où les câbles arrivent par la partie basse, il est obligatoire d'équiper les armoires d'un socle.

6.3. Serrure

Chaque enveloppe électrique sera équipée d'une serrure avec une clé 1242E.

6.4. Support plan

Un support (format A4) pour les plans électriques sera systématiquement prévu dans chaque enveloppe électrique. Une copie des plans électrique avec la mention « COPIE » sera placée dans les supports de plan dans chaque enveloppe électrique. Dans le cas où un dossier intègre plusieurs armoires, seuls les folios de l'armoire concernée seront placés dans son support.

Nota :

Le « MASTER » sera stocké au service électrique sous format papier et sous format informatique.

Pour des coffrets intégrant du matériel représenté dans plusieurs schémas électriques et pour les boîtes de jonction, une étiquette devra être mise en place à l'intérieur du coffret ou de la BJ en y faisant figurer la liste des plans électriques concernés.

Pour la conception des schémas électrique : voir spécification [3]

6.5. Tablette PC

Dans certain cas, l'ONERA peut demander au constructeur la mise en place d'une tablette PC dans les enveloppes électriques qui intègrent du matériel programmable via un PC (automate, variateur, régulateur....).

6.6. Prises de courant

Une prise de courant sera systématiquement prévue dans chaque enveloppe électrique lorsque un appareil programmable via un PC est présent (automate, variateur, régulateur....)

Nota :

Une seule protection sera mise en place afin de protéger prise de courant, chauffage, ventilation, éclairage (calibre 10A, 30mA).

6.7. Eclairage

Un éclairage sera systématiquement prévu dans les enveloppes de dimension supérieure à 600x600 (à l'exception des baies réseaux)

L'éclairage se fera par l'intermédiaire d'un contact de porte.

6.8. Température de fonctionnement

La température à l'intérieur des différents compartiments doit être comprise entre + 5° et + 40°C.

Dans le cas où une ventilation forcée est mise en place pour garantir cette plage de température, celle-ci sera filtrée en partie haute et basse et asservie à l'ouverture des portes.

Les enveloppes électriques situées à l'extérieur des bâtiments seront systématiquement munies d'un chauffage avec thermostat avec une grille d'aération pour la condensation dans la partie inférieure de l'enveloppe.

6.9. Degré de protection

Le degré de protection dépend des locaux d'implantation. Il ne pourra pas être inférieur à IP 44 X pour les armoires d'intérieur. Pour les armoires à l'extérieur, le degré de protection ne pourra pas être inférieur à IP 55 X.

Cet indice de protection doit être conservé après le montage des équipements de façade et les différents passages de câbles.

Le concepteur devra proposer l'indice de protection qu'il juge le plus adéquate et le soumettra à l'ONERA pour validation.

6.10. Etiquetage des enveloppes électriques

Chaque enveloppe électrique devra être étiquetée avec les indications suivantes:

- Une étiquette avec le numéro de l'armoire,
Les enveloppes électriques de contrôle commande « **Automates** » (présence d'automate et/ou de périphéries décentralisées) doivent être nommées « Ax » avec x le numéro de l'armoire (A pour Automate). Attention, ce numéro d'armoire sera repris dans le programme automate pour réaliser l'affectation des entrées/sorties.
Exemple : Dans l'« A1 » la plage des entrées TOR automate sera E100.0 à E199.7, la plage des sorties TOR automate sera A100.0 à A199.7, la plage des entrées ANA automate sera PEW1000 à PEW1999, la plage des sorties ANA automate sera PAW1000 à PAW1999 (voir spécifications DCMA-GTE-CMA-GEN-SP-n°4 (spécifications prog API))
Les enveloppes électriques de « **Puissances** » doivent être nommées « Px » avec x le numéro de l'armoire.
Les enveloppes électriques de « **Commandes** » (platines de pilotage) doivent être nommées « Cx » avec x le numéro de l'armoire.
Les enveloppes électriques qui intègrent juste des raccordements, des liaisons de passage, doivent être nommées « BJ » (Boîte de Jonction).

Nota : Si une armoire intègre un automate et/ou de périphéries décentralisées avec une partie puissance, la priorité sera donnée à la partie automate. L'enveloppe devra être nommée « Ax » (voir premier point)

Les baies/coffrets informatique, réseau de contrôle commande.... devront être nommées « BAIE X ».

Les enveloppes électriques de **Distribution** doivent être nommées « Dx » avec x le numéro de l'armoire.

Le nom de l'enveloppe (Ax, Px, Cx...) sera précédé par le nom de l'installation ou fonction (exemple :

A1CH1 → enveloppe électrique **A**utomate n°1 de l'installation **CH**ariot 1,

P1GPS2 → enveloppe électrique **P**uissance n°1 de l'installation **G**roupe **P**incipal **S**2,

A2REGS2 → enveloppe électrique **A**utomate n°2 de la fonction **REG**ulation **S**2)

- Une étiquette avec le nom de l'installation (obligatoire) et de la fonction (si nécessaire). Le concepteur proposera un nom à l'ONERA pour validation (exemple : « Chariot 1 – Becs inférieurs »).
- Une étiquette avec danger électrique.

Le nom des étiquettes devra être soumis à l'ONERA pour validation.

Nota :

- pour les enveloppes électriques situées à l'intérieur des bâtiments les étiquettes devront être gravées et collées
- pour les enveloppes électriques situées à l'extérieur des bâtiments, les étiquettes devront être gravées et seront rivetées.

6.11. Coupure des énergies

- Un moyen de coupure sera systématiquement mis en place dans chaque enveloppe électrique (deux possibilités envisageables) :
 - Un interrupteur sectionneur cadénassable placé sur la plaque de fond de l'armoire avec une poignée située à l'extérieure sur le côté de l'armoire identifié « Coupure énergie ». L'alimentation principale de l'armoire se fait au travers d'un interrupteur (coupure en charge) général accessible de l'extérieur et cadénassable en position "ouvert" (minimum 3 cadenas). Aucun équipement ne doit être implanté en amont de l'interrupteur principal. De plus la position ouvert/fermé de l'interrupteur doit être clairement indiquée. Si l'armoire est alimentée par plusieurs sources, la coupure des énergies se fera avec un seul interrupteur sectionneur et non par plusieurs. Cette solution est à privilégier.
 - Dans le cas où la première solution ne peut être mise en œuvre, le concepteur mettra en place un interrupteur sectionneur cadénassable avec une bobine de déclenchement commandée avec un BP AU avec collerette/kit cadénassable disposé sur la face avant de l'enveloppe en partie haute identifié « Coupure énergie ».

Plus généralement, toutes les alimentations doivent être sectionnables de l'extérieur de l'enveloppe électrique, y compris les tensions secourues.

6.12. Equipements de façade

L'implantation des équipements en facade devra être soumis et validé par ONERA.

Chaque enveloppe électrique doit disposer au minimum d'un voyant "présence tension" pour chaque alimentation de l'armoire (alimentation extérieure et alimentations faites à l'intérieure) :

Le concepteur utilisera des voyants tension à 3 leds (pour réseau triphasé), voyants led blanc pour tension monophasée.

Pour les alimentations continues, les voyants seront blanc.

Pour les voyants, on utilisera des diodes électroluminescentes de couleur appropriée à leur signification :

- Rouge : danger ou alarme,
- Vert : marche, mise en service
- Orange : indication, avertissement
- Blanc : présence tension
- Bleu : action obligatoire (réarmement)

Pour les boutons, les couleurs appropriées sont:

- Rouge : danger ou alarme,
- Vert : marche, mise en service
- Orange: indication, avertissement, arrêt, mise à l'arrêt
- Bleu : action obligatoire (réarmement)
- Noir : arrêt klaxon, acquittement défaut

Le diamètre des BP et voyants seront soumis et validé par ONERA.

Quelque exemple d'animation de voyants et de boutons sur des enveloppes électriques :

Vannes TOR

L'animation des vannes TOR se fera de la manière suivante :

- vert : organe ouvert
- vert clignotant lent : organe en phase d'ouverture
- orange : organe fermé
- orange clignotant lent : organe en phase de fermeture
- vert clignotant rapide : défaut discordance d'ouverture
- orange clignotant rapide : défaut discordance de fermeture

Les voyants vert et orange clignotant rapide pourront être utilisés si besoin pour signaler d'autres défauts de l'organe (discordance fin de course, limiteur de couple, timeout...)

Vannes de régulation

L'animation des vannes de régulation se fera de la manière suivante :

- vert : organe ouvert (perte fin de course fermé) ou si pas de fin de course : position >X%
- orange : organe fermé (fin de course fermé) ou si pas de fin de course : position <X%

Les voyants vert et orange clignotants rapide pourront être utilisés si besoin pour signaler d'autres défauts de l'organe (écart consigne/mesure,...)

Moteurs

L'animation des moteurs se fera de la manière suivante :

- vert : organe en marche
- vert clignotant lent : organe en phase de mise en marche
- orange : organe à l'arrêt
- orange clignotant lent : organe en phase d'arrêt
- vert clignotant rapide : défaut discordance de marche
- orange clignotant rapide : défaut discordance d'arrêt

Exemples boutons :

Commande ouverture vanne : vert
Commande fermeture vanne : orange
Réarmement module de sécurité : bleu
Arrêt d'urgence : rouge
Acquittement défaut process : noir

Chaîne de sécurité

Module de sécurité ok : voyant éteint
Module de sécurité non ok : clignotant bleu
Module de sécurité ok, non réarmé: bleu fixe

Le concepteur fera valider à l'ONERA l'implantation des équipements sur les faces avant des enveloppes électriques avant tout approvisionnement de matériel et fabrication.

6.13. Implantation du matériel dans les enveloppes

L'implantation du matériel dans les enveloppes électriques devra se faire selon la logique suivante :

De haut en bas :

Répartiteurs - Convertisseurs d'énergie (Transformateurs, alimentation 24V)

Protections

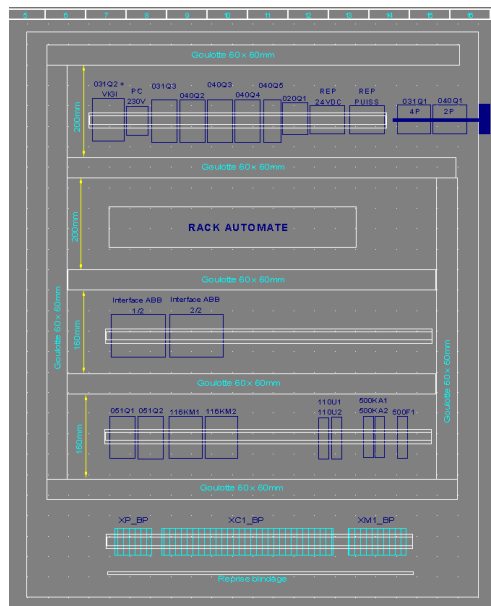
Automate, switches

Isolateurs – convertisseurs - Interface sorties

Relayage

Démarrateurs - Variateurs

Borniers



D'autres dispositions sont envisageables, le concepteur en fera la demande à l'ONERA.

6.13.1. **Distribution - Protection**

De manière générale, il est impératif de structurer la distribution des différentes tensions et de protéger les différents départs individuellement en évitant toute interconnexion entre les communs en aval de ces départs.

Chaque alimentation d'automate a son propre départ protégé séparément de tout autre départ.

Un départ différent pour les ETOR, STOR, EANA, SANA. L'ONERA autorise d'avoir un départ commun pour EANA et SANA dans le cas où il n'y a pas beaucoup d'entrées/sorties analogiques.

La protection se fera systématiquement par des disjoncteurs.

Sur les installations comportant un ou plusieurs automates et supervision(s), un retour d'état disjoncteur devra être prévu sur tous les disjoncteurs à l'exception des utilités (PC, éclairage).

Les systèmes de protection doivent être dimensionnés en fonction de l'équipement qu'ils commandent.

En exploitation, les dispositifs de réglage des relais thermiques, électromagnétiques, ... ne doivent pas être en position minimale ou maximale de leurs réglages.

Le constructeur mettra en place systématiquement des répartiteurs (un répartiteur par type de tension à partir de 3 départs sur chaque tension)

Le concepteur devra fournir les notes de calculs de la partie distribution (bilans de puissance, calculs des sections, ICC...)

6.13.2. Borniers

Les borniers sont implantés en partie basse des enveloppes électriques.

Les borniers sont disposés au minimum à 200 mm de tout obstacle frontal, afin de faciliter le travail de raccordement des câbles rigides, de permettre le peignage des conducteurs et de disposer les étiquettes de repérage de façon à ce qu'elles soient facilement lisibles.

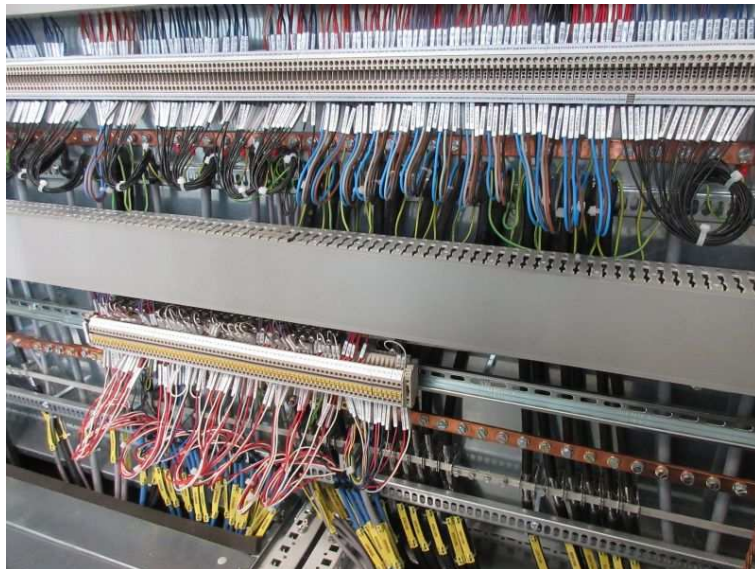
Les câbles des liaisons extérieures aux armoires arrivants sous les borniers ne doivent pas être mis en goulotte. Les câbles doivent être peignés sous les borniers et fixés soit directement par presse étoupe soit attachés sur un telxrail fixé en bas de l'armoire.

Pour les signaux analogiques, l'utilisation de bornes couteaux est obligatoire.

Pour les alimentations 24Vcc provenant de l'extérieur, des bornes seront mise en place.

Les borniers à étage sont proscrits. Le nombre maximal de rangée de borniers (simple étage) est de 2. (hors borniers d'interfaces de sortie). Dans le cas où la mise en place de deux rangées de borniers est nécessaire, la rangée la plus basse sera surélevée de manière à faire passer les câbles en dessous et pouvoir réaliser leur peignage sur la rangée la plus haute.

Les borniers doivent être regroupés par types (puissance, commande, mesure).



6.13.3. Système de pré câblage pour les entrées/sorties automatés

Pour les Entrées Tout ou Rien :

Pour les entrées TOR, le concepteur n'utilisera pas d'interfaces de précâblage. Les entrées TOR seront ramenées sur borniers et les liaisons entre les borniers et les cartes d'entrées TOR automate se feront avec des connecteurs pré câblé (voir liste du matériel au \$9).
Les fils de réserve seront disposés dans les goulottes.

Pour les Sorties Tout ou Rien :

Pour les sorties TOR, le concepteur devra utiliser des interfaces de précâblage (voir liste du matériel au \$9). Pour la commande de signalisation, le concepteur ne sera pas obligé de mettre en place des interfaces si les voyants sont regroupés par carte.

6.13.4. Matériel électronique

Les matériels électroniques (automate programmable, carte de régulation...) devront être séparée des matériels générant des champs électriques ou magnétiques (variateur de vitesse) et des matériels générant de la chaleur.

Si les armoires comportent plusieurs châssis, les automates programmables et les circuits de puissance doivent être implantés dans des châssis différents.

Toutes les règles de montage et d'installation données par le constructeur de l'automate doivent être respectées.

S'assurer de la bonne continuité électrique des racks avec le conducteur de protection PE. Toutes les terres de l'automate doivent être raccordées sur la barrette du circuit de protection.

Les câbles transportant des signaux TTL ou analogiques doivent être blindés en sortie d'armoire.

Le raccordement des entrées/sorties doit être réalisé en fils souples pour permettre le débrogage des borniers de raccordement des cartes.

6.14. Principe de numérotation du matériel

Le concepteur doit rigoureusement respecter le standard de numérotation défini par l'ONERA.

Ce principe s'applique sur :

- L'appareillage,
- Les fils
- Les câbles,
- Les borniers

Le principe de numérotation du matériel est décrit dans les spécifications [3].

6.15. Repérage

6.15.1. Généralités

Tous les matériels électriques à fournir et ou à installer doivent être repérés et marqués conformément aux indications portées sur les plans.

Les étiquettes de marquage doivent être lisibles, ineffaçables et placées de façon telle que l'élément concerné puisse être identifié sans ambiguïté.

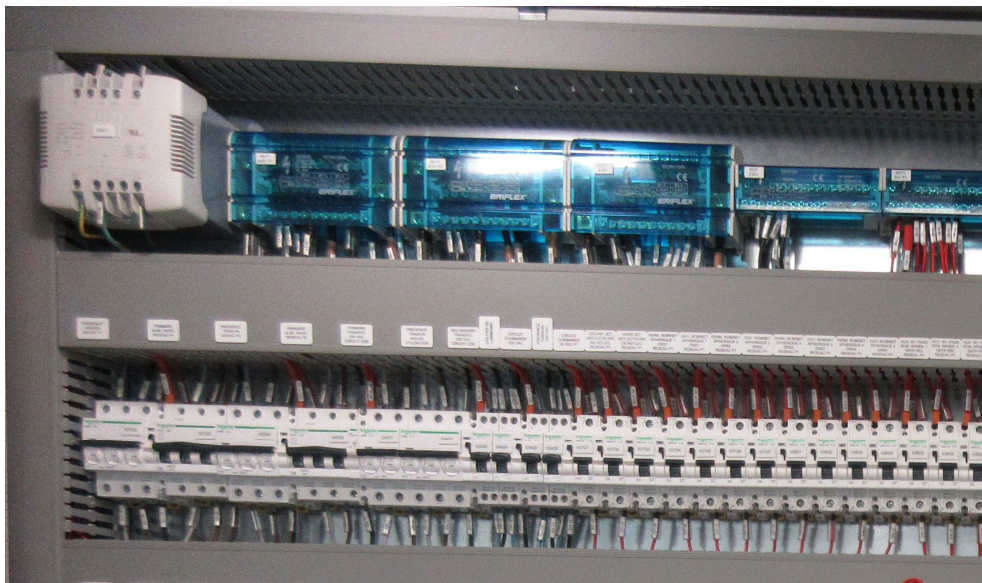
6.15.2. Face avant d'armoires - coffrets - pupitres - actionneurs - capteurs

Les étiquettes sur les faces avant des enveloppes électriques (nom armoire, voyants,...) seront gravées. Etiquettes écriture noir sur fond blanc.

6.15.3. Appareillages intérieurs à un ensemble

Les repérages des éléments intérieurs à un ensemble (armoire, coffret,...) se font par étiquettes écriture noir sur fond blanc ou portes-repères pouvant être collés. Ces étiquettes ne doivent pas masquer la plaque signalétique des appareils.

En plus de leur nom (ex :031Q1), chaque départ (disjoncteur, sectionneur, ...) disposeront d'une étiquette écriture noir sur fond blanc collée sur la goulotte indiquant la fonction du départ (alim 24Vcc, IM1ILOT1...)



Pour les ensembles à accès avant et arrière, le concepteur prévoira un double étiquetage.

Les réseaux ondulé et normal devront être identifiés.

6.15.4. Câbles - Fils

Tous les câbles et fils doivent être repérés à leurs deux extrémités par des portes-repères d'un diamètre adapté au câble ou fil.

Les portes repères pour les câbles à l'extérieur devront être adaptés (intempéries, UV...).

Le vert/jaune est exclusivement réservé aux conducteurs de protection.

Nota :

Les différents repérages doivent obligatoirement être reportés sur les schémas électriques fournis avec l'installation.

6.16. Réserves

Les réserves suivantes seront nécessairement prévues :

- 20 % dans chaque câble multiconducteur seulement pour des liaisons entre armoire à partir de multiconducteur à partir de 7G,
- 20 % d'entrées/sorties automatiques,
- 40 % dans les chemins de câbles et goulottes,
- 20 % dans les borniers (bornes installées),
- 20 % pour le montage de chaque type d'équipements supplémentaires.

L'ONERA pourra en fonction de contraintes spécifiques donner une dérogation sur ces taux de réserve. Dans ce cas le concepteur devra en faire la demande à l'ONERA.

6.17. Matériel utilisé à l'ONERA

Le concepteur devra dans la mesure du possible mettre en place le matériel décrit au §9. Dans le cas où le matériel ne figurerait pas dans cette liste ou si le concepteur veut proposer d'autre matériel, il devra soumettre son choix à l'ONERA.

7. CONFORMITE MACHINE

Généralités :

Les fonctions de sécurités directes assurant l'arrêt des équipements qu'elles surveillent en cas d'incident ou de danger (arrêt d'urgence, anti-intrusion, ...) doivent être prises en compte en logique câblée et agir directement sur les circuits de commande des organes de puissance, même si elles sont traitées aussi par un automate programmable.

Le raccordement des contacts de sécurité et le relayage de sécurité doivent être conçus à sécurité positive :

- la coupure de câble de raccordement correspond à un défaut,
- la mise hors tension des relais de sécurité correspond à un défaut.

Lors de la réception des automatismes, les règles de sécurité suivantes devront toujours être respectées :

- l'interruption ou la variation de l'alimentation en énergie ne crée pas de situation dangereuse (article R233-95 du code du travail),
- la mise en marche est impossible autrement que par l'action volontaire sur les organes de service prévus à cet effet (article R233-96 du code du travail),
- une défaillance, une panne ou une détérioration du système d'alimentation en énergie ou du circuit de commande des machines et appareils ne doit : (article R233-97 du code du travail),
- ni provoquer la mise en marche intempestive d'un élément mobile d'un équipement, ni empêcher l'arrêt automatique ou manuel des éléments mobiles quels qu'ils soient,
- ni rendre inefficaces les dispositifs de protection des éléments mobiles,
- l'absence ou la défaillance du dispositif de protection condamne la mise en route ou provoque l'arrêt des éléments mobiles (décret 80 544 de juillet 1980),
- il est impératif que les fonctions de sécurité ne puissent être modifiées, voire supprimées lors d'une simple reprogrammation par l'utilisateur.

Estimation du phénomène dangereux et évaluation du risque :

L'ONERA fera l'identification des phénomènes dangereux et évaluera le niveau de risque de chaque fonction estimée dangereuse.

L'ONERA fournira au concepteur le niveau de performance requis pour chaque fonction de sécurité.

Ce niveau sera exprimé selon la norme NF EN ISO 13849-1 en Pl a, b, c, d, e.

Le concepteur mettra en place le matériel adéquat pour satisfaire le niveau de sécurité requis.

Le concepteur pourra s'il le désire s'inspirer des spécifications pour la conception de système de contrôle commande : respect de la conformité machine [2] pour concevoir les boucles de sécurité.

Pour les fonctions Pl c, d et e, le concepteur fournira pour chaque matériel faisant partie de la boucle de sécurité, sa fiche technique ou sera noté clairement le niveau de sécurité atteint.

8. CABLAGE

8.1. Conducteurs et câbles

La section des conducteurs doit correspondre à la puissance des équipements qu'ils alimentent et respecter la norme NFC 15 100.

La chute de tension admissible entre l'origine de l'installation BT et le point le plus éloigné sera de 3 % pour la lumière et de 5 % pour la force.

Sections minimales utilisables ;

- 0.5 mm² pour la mesure,
- 1 mm² pour la télécommande,
- 2,5 mm² pour la puissance.

Nota :

Pour des moteurs d'une puissance inférieure à 3kW, ONERA accepte dans certain cas, du câblage de diamètre inférieur à 2,5 mm².

Pour les tensions 24V, 48V, 220V il est interdit d'utiliser un seul câble pour distribuer deux tensions différentes.

Un câble multiconducteur ne doit en aucun cas transporter des courants de nature différente (courant alternatif/courant continu, commande/puissance).

La tension 24Vcc est à privilégiée pour les circuits de commande.

Le conducteur repéré par la couleur vert/jaune ne peut être utilisé que comme conducteur de protection.

Les câbles de puissances de section >2.5mm² (câbles d'alimentation BT non enterrés, les câbles force, les alimentations de tableaux divisionnaires, les câbles moteurs...) seront armés (type U1000.RV FV).

Les câbles « perturbateurs » (sortie variateurs, gradateur...) seront systématiquement blindés.

Les câbles sujets aux perturbations extérieures (UV, intempéries) devront être adaptés à leur environnement.

Tous les conducteurs d'un câble (même les réserves) doivent être raccordés sur des bornes. Dans la mesure du possible, les conducteurs de 2 câbles différents ne doivent pas se croisés.

Les épissures sont rigoureusement interdites, les longueurs de câbles doivent être prévues en conséquence.

Du même coté d'une borne (coté câbles) il ne doit être câblé qu'un seul conducteur.

L'Entrée et la sortie des câbles des armoires se fait au travers de plaques munies de presse-étoupes (un seul câble par presse-étoupe) ou brosses. Pour les armoires à l'extérieur, les brosses sont interdites.

Il est interdit de laisser en fond d'armoire des enroulements de câbles.

Il est interdit de mettre les câbles dans les goulottes à l'exception :

- Câbles réseau (profibus, profinet, Ethernet, modbus, Fibre optique, ASI...),
- Câbles mesures (thermocouples), analogiques,
- Câbles spécifiques constructeurs.

Les liaisons pour les mesures analogiques entre les borniers et le reste de l'enveloppe électrique peuvent se faire en fil ou en câble.

Les connecteurs s'embrochant sur les cartes d'entrées/sorties sont obligatoirement à vis et la distribution des communs sera câblée côté bornier et non côté carte.

Les unités centrales et les écrans des ordinateurs de supervision devront être alimentées par des prises de courant non apparentes.

Les rayons de courbures pour la mise en place des câbles devront respecter les recommandations en vigueur.

Les câbles de distribution d'éclairage et de prise de courant jusqu'à 2.5mm² seront du type U1000.RO2V.

Les câbles de mesures (signaux 4-20MA ou 0-10V), de télécommandes ou de moyenne puissance seront de type gorse ou de type LYCY ou équivalent. L'équivalence, sera soumise à l'accord de l'ONERA. Pour les signaux de mesures, on privilégiera le 4-20mA au 0-10V afin de détecter la rupture de fil.

Certain type de câbles de mesures (capteurs LVDT) seront du type « à paire torsadée blindée avec écran électrostatique ».

Les connecteurs profibus (réseau automate) seront tous de type gigogne.

Pour les circuits de distribution, le câblage des tableaux sera réalisé en fil de la série H07VK et de couleur appropriée :

Pour les circuits alternatifs :

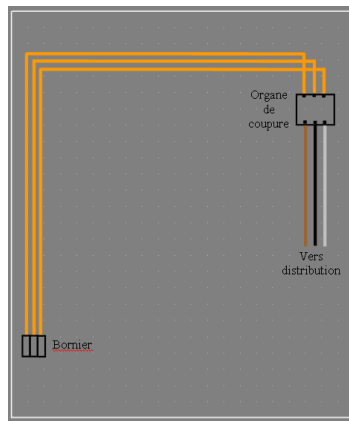
Pour les sections <16mm²

Neutre (N) = Bleu clair
Phase L (mono) = Brun
Phase 1 (L1) = Brun
Phase 2 (L2) = Noir
Phase 3 (L3) = Gris
Protection (PE) = Vert/Jaune
Non coupé par organe de coupure = Fil ou manchon orange

Pour les sections >=16mm²

Neutre (N) = Noir (manchon bleu clair)
Phase L (mono) = Noir (manchon Brun)
Phase 1 (L1) = Noir (manchon Brun)
Phase 2 (L2) = Noir (manchon Noir)
Phase 3 (L3) = Noir (manchon Gris)
Protection (PE) = Vert/Jaune
Non coupé par organe de coupure = Noir (manchon orange)

Après tout type de contact, on garde la couleur de la phase.



Pour les circuits continus :

Positif (L+) = Rouge

Négatif (L-) = Violet

Non coupé par organe de coupure = Fil ou manchon orange

Après tout type de contact, on garde la couleur de la polarité.

8.2. Raccordement des conducteurs

Le raccordement des conducteurs souples sur l'appareillage se fera par utilisation de cosses ou d'embouts tubulaires avec un diamètre adapté (télé mécanique DZ5-CE) sertis avec une pince adéquate correspondant à la section des conducteurs.

Le raccordement des douilles d'éclairage incandescent et des éléments chauffants sera effectué en utilisant soit :

- un fil à isolant incombustible (genre SILISOL).
- une gaine isolante sur chaque conducteur (soulisso TEXTIVER).

Il est interdit de réaliser des soudures sur de l'appareillage.

8.3. Blindage

Certains fabricants imposent pour leur matériel (appareils de mesure de haute précision) des règles de raccordement des blindages. Celles-ci devront être respectées.

Pour les autres appareils, les règles suivantes doivent être respectées :

- les blindages (y compris les câbles armés) sont raccordés aux deux extrémités.
- si les appareils ne comportent pas de borne pour le raccordement des câbles de blindage ces derniers doivent être raccordés sur une barrette située dans l'armoire au niveau du système de traitement.
- la barrette doit être connectée en un seul point au circuit de protection PE.
- la reprise des blindages des câbles (y compris les câbles Profibus) doit être réalisée à 360°, en entrée d'armoire.

8.4. Chemins de câble

Les câbles doivent cheminer dans des chemins de câbles rigides.

Les chemins de câbles seront en tôle **galvanisée et à bord droit**. Chaque longueur sera supportée par au moins deux consoles, espacées de 1.5 mètres maximum, soit préfabriquées en acier galvanisé, soit

confectionnées sur mesure. Dans ce dernier cas, les supports seront conçus de sorte qu'on puisse introduire latéralement les câbles préalablement déroulés au sol.

Lorsque le cheminement est composé de coudes, ils doivent être arrondis de façon à respecter un rayon de courbure adéquate.

Les chemins de câbles « HT » seront capotés sur toute leur longueur et repérés.

De manière optimale, le concepteur mettra en place des chemins de câbles puissance, commande, mesure, réseaux et seront séparés et repérés.

Dans le cas de problème d'encombrement, à minima, il y aura un chemin de câbles puissance et chemin de câble commande. Sur le chemin de câble commande, les câbles de mesures/réseau et commande devront être séparés au maximum.

Les chemins de câbles seront dimensionnés de manière à laisser disponible une réserve de 40%.

Les câbles seront disposés en trèfle pour les câbles unipolaires et les petits câbles, à plat et en une seule nappe pour les autres câbles. Les câbles seront posés de telle sorte que la dépose de l'un quelconque d'en eux puisse s'effectuer sans intervenir sur les autres câbles de la nappe.

Les cheminements des câbles de puissance doivent être séparés de ceux des câbles de mesure (distants d'au moins 300 mm).

Cheminement de puissance

- câbles raccordés au réseau électrique,
- câbles de puissance des actionneurs,
- câbles des relayages,
- câbles des sorties logiques des automates et commandes numériques transportant des signaux supérieurs à 24 V,
- câbles des entrées automates blindés transportant des signaux supérieurs à 24 V.

Cheminement des signaux

- câbles transportant des signaux à bas niveaux, codeurs, dynamo tachymétrique, analogiques,
- câbles des entrées automates non blindés,
- câbles des entrées automates traitées en interruption.

Le passage d'une dalle (ou d'un mur) se fait avec un manchon complété par un rebouchage conforme au spécification du bâtiment (exemple : coupe feu).

Les câbles sont solidement fixés aux chemins de câbles au moyen de colliers RILSAN ou similaire. L'intervalle de fixation des colliers est au maximum de 1 m.

On évitera les croisements de câbles, de place en place, et en particulier à chaque modification d'itinéraire. On évitera également de superposer les câbles dans les chemins de câbles de puissance.

Tous les chemins de câble sont mis à la terre sur l'ensemble de leur longueur à l'aide d'un câble cuivre 25mm² fixé le long du chemin de câble.

L'utilisation de tubes irl est proscrite pour les applications de contrôle commande. Leur utilisation est envisageable pour d'autres applications mais le constructeur devra en faire la demande à l'ONERA. Des fixations au moins tout les 60 cm devront être mise en place.

Pour l'extérieur des tubes irl noir anti UV seront utilisés.

8.5. Boîtes de dérivation

Les boîtes de dérivation sont en PVC ou métallique selon le type de contraintes, et équipées de presse-étoupes PVC si boîtes de dérivation sont en PVC ou métalliques si boîtes de dérivation sont métalliques.

8.6. Raccordement et montage des capteurs

Les capteurs doivent délivrer des contacts secs, libres de potentiel issus des contacts inverseurs de relais électromécaniques.

Pour certains types de capteurs (photo-électrique, inductif) un voyant local devra indiquer l'état du capteur pour faciliter le réglage.

Les supports doivent être débrochables.

Pour limiter les difficultés de lecture liées à l'encrassement des cellules, leurs portées doit être choisie de longueur double à la distance entre l'émetteur et le récepteur.

Le câble arrivant sur un capteur sera convenablement lovée.(réserve de longueur)

8.7. Prises de terre et conducteurs de protection

Dans chaque armoire doit se trouver une barrette de terre en cuivre, à raccordement multiple permettant le raccordement de toutes les liaisons équipotentielles :

- le conducteur de protection principal (PE),
- les PE de toutes les liaisons externes à l'armoire,
- les interconnexions des masses par des tresses métalliques dans la mesure du possible, sinon par un conducteur de terre v/j (enveloppe, masse métallique de l'appareillage électrique et électronique des moyens de manutention, des chemins de câbles).

Les conducteurs de protection sont repérés par la couleur vert/jaune.

Sur chaque borne de la barrette ne doit être connecté qu'un seul conducteur de protection.

La section des conducteurs de protection (SI) doit correspondre à la section des conducteurs de phase (S).

- $SI = S$ si $S < 16 \text{ mm}^2$,
- $SI = 16$ si $16 < S < 35 \text{ mm}^2$,
- $SI = 0,5 S$ si $S > 35 \text{ mm}^2$.

Aucun appareillage (tel que coupe-circuit, interrupteur, sectionneur) ne devra être inséré sur le conducteur de protection

Le circuit de protection constitué de tous les conducteurs de protection devra assurer le raccordement de toutes les masses des équipements électriques et de l'installation (bâti inclus).

Le démontage d'une pièce pour des raisons d'entretien ou autres ne devra pas entraîner l'interruption du circuit de protection des parties restant en place.

8.8. Fibres optiques

Les fibres optiques mises en place seront de type :

- Multimode à gradient d'indice 50-125 μm ;
- Anti rongeur ;
- Nombre de brin pour avoir à la fin de la rénovation 50 % de réserve minimum et à minima la fibre ne sera pas inférieure à 6 brins ;

L'utilisation de tiroirs optique est obligatoire. On privilégiera les tiroirs de format 1U sur glissière. Pour les tiroirs 48 ports, les raccordements seront du type LC. Pour les tiroirs 12 ou 24 ports les raccordements seront du type ST.

Les jarretières optiques permettant de faire la liaison entre les tiroirs et les switches ne devront pas être croisées. Les deux brins de chaque jarretière devront être repérés.

8.9. Documentation à fournir

La documentation à fournir à minima pour est :

- l'original de la documentation technique de tous les matériels spécifiques,
- les certificats de garantie des appareils des matériels spécifiques,
- les notes de calcul (type ecodial, caneco,...) permettant de définir la section des câbles, les seuils de réglage des protections électriques, la filiation, les chutes de tension et les courants de court-circuit Icc nécessaires au dimensionnement des appareils de coupure et relais de protection.
- Les schémas électriques,
- Le schéma d'architecture réseau,
- la notice d'exploitation et d'entretien des équipements spécifiques,
- la liste des pièces de rechange de première urgence conseillée,
- le cahier d'essai des enveloppes électriques,
- rapport d'essai des réseaux si des réseaux sont mis en place,

Le concepteur fera intervenir un organisme de contrôle pour faire valider de manière réglementaire la partie électrique mise en œuvre. Si des non conformités sont révélés, le concepteur mettra en œuvre les corrections adéquates pour corriger les non conformités.

Le concepteur fournira à l'ONERA une copie du rapport de visite de l'organisme de contrôle.

Pour les fonctions de sécurité Plc, d et e, le concepteur fournira pour chaque matériel faisant partie de la boucle de sécurité, sa fiche technique ou sera noté clairement le niveau de sécurité atteint.

Nota : pour le tertiaire

Pour les parties tertiaires (hors contrôle commande), réseau prise, éclairage, ventilation..., le constructeur devra systématiquement fournir un schéma électrique des travaux réalisés. Si le schéma électrique existe, l'ONERA le fournira et le constructeur y apportera les modifications, ajouts. Si le schéma n'existe pas, le constructeur devra le créer. Dans ce cas, l'ONERA n'impose pas l'utilisation de See electrical. Si l'Onera n'est pas titulaire du logiciel de développement, ce document sera fourni sous format PDF.

Le constructeur fournira aussi systématiquement un schéma d'implantation du matériel (l'ONERA pourra fournir les fonds de plan des bâtiments).

9. VALIDATIONS

9.1. Schémas électriques

Avant tout approvisionnement et toute fabrication, le concepteur doit impérativement faire valider à l'ONERA les schémas électriques. Cette validation pourra se faire en plusieurs phases si besoin :

- validation générale pour s'assurer que les grands principes ont été assimilés.
- validation de détail (vérifications des spécifications, vérifications fonctionnelles)

A la fin de cette validation et seulement à la fin, le concepteur pourra lancer l'approvisionnement et la fabrication.

9.2. Réception enveloppes électriques chez le concepteur

Lors de la phase de fabrication des enveloppes électriques, l'ONERA se donne la possibilité d'effectuer un premier contrôle visuel chez le concepteur.

De même, en fin de fabrication, l'ONERA se donne la possibilité d'effectuer un contrôle visuel + fonctionnel chez le concepteur. Dans le cas de non-conformités, le concepteur devra faire le nécessaire pour lever les réserves.

9.3. Réception enveloppes électriques à l'ONERA

Après la phase d'installation sur site ONERA, des essais fonctionnels se feront en présence de l'ONERA et du concepteur.

Dans le cas de non-conformités, le concepteur devra faire le nécessaire pour lever les réserves.

9.4. Réception partie réseaux

Pour les systèmes de contrôle commande (IHM, réseaux, automate) le concepteur devra fournir un plan d'ensemble (format à définir) de l'architecture du contrôle commande sur lequel devra figurer:

- L'ensemble des IHM,
- L'ensemble des matériels automates,
- L'ensemble des matériels réseaux (switch, tiroir optique, répartiteur cuivre...) avec les numéros de port utilisés,
- Le nom des enveloppes électriques,
- Le nom des équipements,
- L'ensemble des liaisons (TCP, profibus, profinet,...)
- Les adresses IP, PROFIBUS, MODBUS, ASI,...
- Le nom des câbles,
- Les localisations.

Le synoptique réseau ne sera pas intégrer dans le dossier électrique see electrical.

Le synoptique devra être fait sur un logiciel adapté afin que l'ONERA puisse exploiter les sources (préférence pour visio, autocad, word).

Dans le cas où le concepteur met en place des réseaux (réseau automate/supervision, réseau de terrain), des essais de performance doivent être systématiquement réalisés par le concepteur.

Pour les réseaux Ethernet RJ45 un test de réflectométrie doit être fait afin de valider le câblage et la catégorie. L'intervenant devra avoir une certification.

Pour les réseaux profibus (automate) un test avec l'appareil PROFITRACE doit être systématiquement fait. L'intervenant devra avoir la certification « Profibus installer ».

Idem pour les réseaux profinet.

9.5. PV de réception

A l'issu de la réception chez le concepteur et sur site ONERA et en l'absence de réserve, l'ONERA pourra accorder la réception.

10. MATERIEL UTILISEE A L'ONERA

Matériel	Description	Marque
Equipement de tableau	Appareillage modulaire (sectionneur, interrupteur, contacteur, relais auxiliaire, Relais thermiques...)	Schneider, Legrand
Répartiteur		Schneider, Legrand
Borniers	Borniers à griffe ou à vis	Entrelec gris
Goulotte	Goulotte de câblage	Planetwattohm (gris)
Commande de puissance Electronique	Variateurs de vitesse, démarreurs pour moteurs Gradateurs de puissance à thyristors	Schneider ou Siemens Eurotherm
Systèmes d'automatismes	Automates Siemens (voir spécifications DCMA-Gte-CMA-GEN-SP-n°5-verX.X (matériel API)	Siemens
Répartiteur profibus		Procentec
Switch réseau automatisé	Switch manageable	Siemens
Convertisseur Cuivre/Optique (OLM)		Siemens
Câble Profinet	Type fastconnect 1G bits	Siemens
Câble Profibus	Type fastconnect	Siemens
Isolateur galvanique, convertisseur		PR Electronics ou JM Concept
Interfaces de câblage Pour sorties TOR	Interface de pré-câblage automates	Wago ou ABB
Connecteurs pré câblés pour raccordement ETOR	Prévoir les longueurs adaptées	siemens
Connecteur Profibus	Type gigogne	Siemens
Unités de commande Et de signalisation	Boutons et Voyant leds à vis	Schneider
Contrôle et régulation de process	Régulateurs, Afficheurs de process	Parker ou autre (validation ONERA) Newport
Appareillage pour les bâtiments	Interrupteur, Bouton-poussoir et Prises de courant Bi+T Plexo ou Mosaic Prises industrielles Hypra	Legrand
Eclairage	Si possible éclairage à LED Luminaires fluorescents Projecteurs	Mazda, Philipps

Eclairage de secours	Blocs autonomes et boîtier de télécommande	Voir ONERA
Cartes pilotage d'axes		Siemens - Parker
Passerelle de communication		Hilscher
IHM spécifiques en zone	Ecran tactile et mobile panel	Siemens
Supervisions	Salle de pilotage	Dell
Prises TBT HYPRA Bi 24V / 50HZ	<div> <div>16A</div> <div>32A</div> <div>Socle de tableau plastique</div> <div>524 01</div> <div>525 01</div> <div>Boîtier réversible plastique</div> <div>524 19</div> <div>524 19</div> <div>Fiche male droite plastique</div> <div>524 21</div> <div>525 21</div> <div>Prolongateur femelle plastique</div> <div>524 61</div> <div>525 61</div> </div>	Legrand
Prises BT à brochage domestique Bi+T 220V / 50 Hz 16A	Socle de tableau plastique 539 03	Legrand
Prises BT HYPRA TRI+N+T 400V / 50HZ 16A	<div> <div>Socle de tableau plastique 522 24</div> <div>Boîtier réversible plastique 522 29</div> <div>Fiche male droite 522 44</div> <div>Fiche male coudée 522 64</div> <div>Prolongateur femelle caoutchouc 522 94</div> <div>Prolongateur femelle plastique 522 84</div> </div>	Legrand
Prises BT Prisinter ML TRI+N+T 400V / 50HZ 63A	<div> <div>Socle de tableau métal 0541 64</div> <div>Socle saillie métal 0541 22</div> <div>Fiche male droite 0544 13</div> <div>Fiche male coudée 0544 23</div> <div>Prolongateur femelle caoutchouc 0545 28</div> </div>	Legrand

11. FICHE DE CONTROLE ONERA

N° fiche				 FICHE DE CONTROLE: ENVELOPPE ELECTRIQUE
Nom du projet				
Nom de l'enveloppe				
Date du contrôle		/ /		
Nom(s) vérificateur(s)				
N°	Contrôles	Détail	Conforme (C)/Non conforme (NC)/ Non affecté (NA)	Observations
1	Socle (§5.2)			
2	Clé serrure (§5.3)			1242E
3	Support plan (§5.4)			
4	Tablette PC (§5.5)			
5	Prise de courant console (§5.6)			
6	Eclairage (§5.7)			
7	Ventilation/refroidissement (§5.8)			

8	<i>Indice protection</i> (\$5.9)			
9	<i>Etiquetage des enveloppes</i> (\$5.10)	Nom enveloppe		
10		Nom installation/sous fonction		
11		Danger électrique		
12		Type étiquette		
13	<i>Coupures énergies</i> (\$5.11)			
14	<i>Equipement de façade</i> (\$5.12)	Implantation Matériel		
15		Type		
16	<i>Implantation du matériel dans les enveloppes</i> (\$5.13)			
17	<i>Borniers</i> (\$5.13.2)	Disposition		
18		Type		

19	<i>Système de pré câblage</i> (\$5.13.3)			
20	<i>Numérotation matériel</i> (\$5.14)	Appareillage		
21		Fils		
22		Câbles		
23		Borniers		
24	<i>Identification réseaux (ondulé, normal)</i>			
25	<i>Reserve</i> (\$5.16)	Matériel		
26		Goulotte		
27		Bornier		
28		Protections		


29		Répartiteurs		
30		Automatisme		
31		Borniers		
32		Fils		
33		Câbles		
34		Chemins de câbles		
35	<i>Matériel conforme ONERA (\$5.17)</i>			
36	<i>Couleurs filerie (\$9.1)</i>			
37	<i>Câblage (\$9)</i>	Section des conducteurs		
38		Passage câbles		

		étanchéité		
39		Peignage câble		
40		Raccordement brin de réserve		
41		Maintien des câbles		
42		Présence câble dans goulotte ?		
43		raccordement des terres (barre, porte...)		
44		Raccordement blindage		
45	<i>Chemins de câble</i>	Type		
46		Séparation liaisons puissance/commande		
47		Pose des câbles		

	<i>Fibres optiques (\$7.8)</i>	Type		
48	<i>Documentation</i>	Schémas électriques		
49		Note de calcul		
50		Liste des pièces de rechanges		
51		Documentation technique de tous les matériels des matériels spécifiques		
52		Les certificats de garantie des appareils des matériels spécifiques		
53		Cahier d'essai des réseaux		
54		Cahier d'essai des enveloppes électriques		
55		Plan architecture réseaux		
56				

57				
58				
59				
60				

12. LEVÉE DE RESERVES

N° fiche associée		 FICHE LEVEE DE RESERVES	
Date du contrôle			
Nom(s) vérificateur(s)			
N° réserve	N° du contrôle	Conforme (C)/ Non conforme (NC)	Observations
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			