

II - Connectique

1 - Connexion Midi au centre de décision

a - Prise Midi classique

Un câble Midi relie la prise **In**/Entrée de la carte sur la sortie OUT d'un ordinateur via une interface Midi-USB ou via une sortie Midi de carte son. La Dodéca peut également être pilotée par une carte ZIP avec patch intégré. La prise Midi est en **vert** à gauche sur le schéma de la page 1.

b - Sortie Midi

De l'autre côté de la carte se trouve une sortie Midi, en vert à droite sur le schéma, notée **Out**, sous la forme de deux pastilles métalliques. Cette sortie permet de retransmettre le signal Midi vers d'autres cartes sans avoir besoin de ports Midi supplémentaires.

Les messages Midi sortant sur la prise Out sont **identiques** aux messages Midi entrant sur la prise In, ils traversent la carte inchangés.

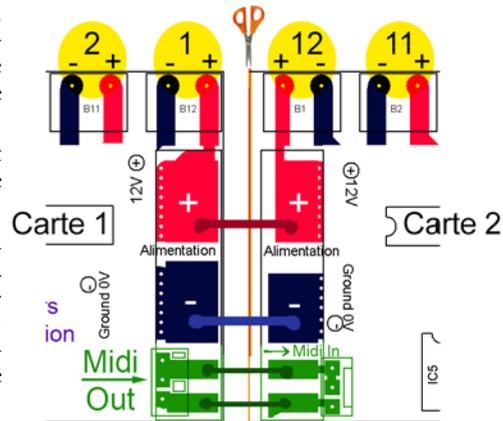
Cette sortie n'est pas branchée à un câble Midi classique mais à deux fils à souder et à brancher à leur autre extrémité sur une autre entrée Midi (cf paragraphe suivant).

c - Option Connexion Midi soudée

Afin de gagner de la place en longueur et en épaisseur, la Dodéca peut être **sectionnée** au niveau de l'alignement de petits perçages, représentés par le trait orange sur le schéma. Le branchement Midi doit alors se faire par soudure de 2 fils directement sur la carte.

Cette option concerne des projets où la carte doit être intégrée dans un espace réduit et ne plus être débranchée.

Souvent cette option ne concerne pas l'arrivée du câble Midi depuis le centre de décision, mais la continuité de la connexion Midi lors de l'**enchaînement** de plusieurs cartes Dodéca l'une après l'autre : les pastilles In et Out sont prévues en face pour faciliter la connexion avec deux fils parallèles. Le câble Midi classique est remplacé par ces deux fils.



2 - Alimentation électrique

a - Tension continue 12 V

Tension d'alimentation = 12 Volts, pour la carte ET pour les actionneurs. Il faut du continu, pas de l'alternatif.

L'alimentation est **commune** à la carte-même et aux actionneurs branchés dessus, contrairement aux couples Carte de Commande / carte Fille ou à la carte 4 Servos - 4 PWM de notre catalogue.

Il est néanmoins possible de piloter des actionneurs fonctionnant **en moins que 12 V** en faisant attention aux valeurs envoyées afin de ne pas dépasser leur tension supportée (mode Maintien).

Exemple : des moteurs 6 V fonctionnent avec des valeurs de 0 à 64 (la moitié de 12 V).

b - Puissance nécessaire

Les sorties de la carte Dodéca supportent chacune une intensité maximale de **1 Ampère**.

Elle peut donc piloter n'importe quel actionneur **en 12V qui a besoin de moins de 1A**.

$$P = U \times I \Leftrightarrow I = P / U$$

Puissance (Watts) = Tension (Volts) x Courant (Ampères)

$$P / U = \text{maximum } 1 \text{ A}$$

TYPE D'ACTIONNEURS PILOTABLES :

- **Electro-aimants** de puissance faible ou moyenne
- Petits **moteurs** à courant continu, vibreurs, ventilateurs
- Petits **éclairages** 12 V, LED, ampoules, jusqu'à 10 Watts

Par exemple :

Un électroaimant 3 W alimenté en 12 V consomme $3 \text{ W} / 12 \text{ V} = 0,25 \text{ A}$.
=> Il peut être piloté avec la carte Dodéca.

Un moteur 5 W alimenté en 6 V consomme $5 \text{ W} / 6 \text{ V} = 0,83 \text{ A}$.
=> Il peut être piloté avec la carte Dodéca.

Une ampoule de 50 W alimentée en 12 V consomme $50 \text{ W} / 12 \text{ V} = 4,16 \text{ A}$.
=> Elle ne peut pas être pilotée par la Dodéca, mais peut l'être avec une carte 8 Transistors HP.

DIMENSIONNEMENT DE L'ALIMENTATION GÉNÉRALE :

La puissance, donc le courant à fournir, de l'alimentation doit être correctement calibrée. Chaque sortie est basse puissance, mais il y en a 12, donc au total l'alimentation risque de devoir fournir **12 Ampères par carte Dodéca**.

Le courant fourni est normalement précisé sur toutes les alimentations du commerce.

Il vaut toujours mieux prévoir un peu de **marge supplémentaire** dans la puissance disponible.

c - Branchements sur les dominos

Il y a 2 dominos / borniers pour brancher les fils d'alimentation.

ATTENTION au sens : l'alimentation est **polarisée**, il ne faut pas inverser les (+) et (-) sous peine d'abîmer la carte. des alimentations.

Attention au **diamètre des fils** : il faut des fils de taille adéquate pour supporter le courant consommé. C'est pour cela que les pistes et les pastilles d'alimentation sont très larges, et que les dominos permettent de visser 2 fils pour le (+) et 2 fils pour la masse marquée (-). Mettre **deux fils** plutôt qu'un est une solution pour leur éviter de chauffer si les actionneurs sont au maximum de la puissance possible.

Le **diamètre** nécessaire des fils se calcule en fonction de l'**intensité** du courant mais aussi de la **longueur** : un fil long doit être plus épais qu'un fil court. La longueur est généralement à prendre en compte surtout pour les fils reliant les actionneurs à la carte. L'alimentation générale a intérêt à être placée près de la carte de façon à l'y relier avec des fils courts.

Par exemple pour faire passer 12 A sur 1 m de long (1m pour le (+), 1 m pour le (-)), prendre des fils de section d'au moins 1,5 mm². Les mettre en double, un sur chaque voie de domino, est conseillé.

d - Pastilles à souder

Partie **sécable** : couper la carte permet de sacrifier les connecteurs pour gagner de la place en longueur et en épaisseur. Les fils d'alimentation ainsi que les fils de signaux Midi sont alors directement soudés sur la carte, sur les pastilles métallisées. Les (+) et (-) sont marqués sur la sérigraphie.

Ces pastilles permettent de plus de transmettre l'alimentation d'une carte à l'autre lors de l'**enchaînement** de plusieurs Dodéca. Le schéma de la page 2 montre la connexion directe par fil d'une carte à l'autre. Cf Chapitre IV. Dans ce dernier cas, l'alimentation doit être calibrée pour l'**ensemble** des actionneurs branchés sur plusieurs cartes.

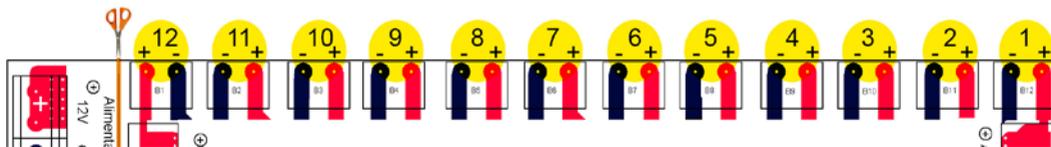
3 - Branchements des actionneurs

Remarque : sur les schémas jusqu'à présent, les sorties sont numérotées de 1 à 12 pour les situer sur la carte. Ces numéros ne correspondent pas aux numéros de messages Midi utilisés pour les piloter, qui démarrent à 0.

a - Polarité

Chaque sortie comporte 2 voies, soit sur un domino soit sur deux pastilles à souder, selon l'option choisie. Il faut faire attention au sens de branchement, il y a une **polarité** à respecter :

- pour les LED simples et rubans de LED, pas d'allumage si inversion,
- pour les moteurs CC, changement du sens de rotation,
- pour les électro-aimant, à vérifier selon les modèles,
- pour certaines ampoules, pas de problème.



De la première à la 11^e sortie, le (+) est du côté des sorties de la carte et le (-) est du côté de la prise Midi In.

ATTENTION À L'INVERSION (+) / (-) SUR LA 12^E SORTIE ! Le (+) est côté In, le (-) côté Out.

b - Orientation

La première sortie, celle pilotée avec la position / le numéro de Control Change les plus petits, est du côté Out (à droite sur le schéma). La 12^e sortie est du côté In, à gauche.

c - Dominos / Pastilles

Dans l'option dominos, les fils des actionneurs sont **vissés** et restent **démontables**.

Dans l'option pastilles à souder, les fils sont **soudés** directement sur la carte Dodéca pour 2 raisons : gain de place et prix. Ils ne sont plus facilement démontables.

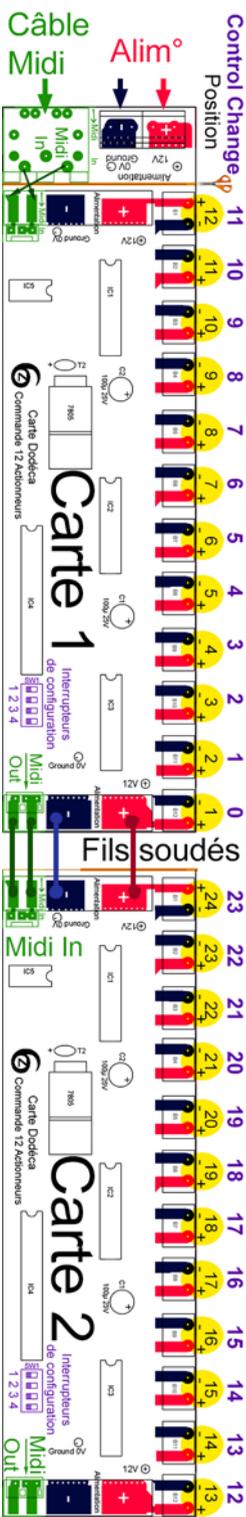
Le **diamètre des fils** doit aussi être vérifié pour les actionneurs : passer 1 A ne nécessite pas de gros diamètre mais il faut prendre en compte la longueur. Du 0,45 mm² suffit pour quelques mètres, mais pour une distance de 6 m il vaut mieux utiliser du 0,75 mm², pour 8 m du 1 mm².

III - Configuration

La carte Dodéca répond à différents numéros de messages Control Change (CC) ou pitches de Note On (N), ce qui permet de piloter plusieurs lots de 12 actionneurs à la fois.

Le Canal Midi est le 1 et n'est pas modifiable.

Numéro	1	2	3	4	CC ou Pitch	
1	-	-	-	n	+ 0	0 à 11
2	-	-	ON	n	+ 12	12 à 23
3	-	ON	-	n	+ 24	24 à 35
4	-	ON	ON	n	+ 36	36 à 47
5	ON	-	-	n	+ 48	48 à 59
6	ON	-	ON	n	+ 60	60 à 71
7	ON	ON	-	n	+ 72	72 à 83
8	ON	ON	ON	n	+ 84	84 à 95



1 - Interrupteurs 1 à 3 : décalage

Les interrupteurs servent à définir le numéro de carte, ce qui calcule un offset / décalage des numéros de messages. Le tableau ci-dessus donne les numéros des messages Control Change ou pitches de Note associés à chaque configuration. Voir chapitre IV.

Par défaut la carte est configurée sur le premier numéro et se pilote avec les messages de 0 à 11.

L'interrupteur 4 n'affecte pas ce réglage.

2 - Intérêt de l'offset / décalage des numéros

Ce réglage est intéressant dans la programmation pour calculer des comportements sur des **dizaines d'actionneurs** en parallèle.

- **Multiplier des réponses identiques** : si deux Dodécas possèdent le même numéro, les actionneurs à la même place sur chaque carte réagiront de la même façon. Cela est intéressant si les actionneurs sont trop puissants pour en mettre plus d'un par sortie sur une carte, ou s'ils sont physiquement distants et qu'il est plus simple de les brancher à des cartes distinctes.

- **Piloter des dizaines d'actionneurs indépendamment** : les Dodécas doivent alors porter des numéros **différents** afin de séparer les réponses des actionneurs.

Le bénéfice du décalage de numéros est surtout de **limiter le nombre de ports Midi** nécessaires pour brancher plusieurs cartes : les Dodécas pouvant s'enchaîner les unes sur les autres, il est possible de piloter 96 actionneurs à partir d'un seul port Midi.

3 - Interrupteur 4 : maintien

La carte possède deux modes de réponse, en fonction de la position de l'interrupteur 4 :

Mode	4
Maintien	ON
Temporisé	-

- **ON = Maintien + Gradation** = bistable, l'action et son arrêt sont volontairement envoyés par l'utilisateur. L'intensité de l'action est modulable.

- **OFF = Temporisé + Tout ou rien** = monostable, arrêt automatique, seul l'allumage est envoyé.

IV - Mise en œuvre informatique

Protocole : Midi standard
 Messages compatibles : Control Change et Note On/Off
 Durée de réponse des actionneurs : Maintien ou Temporisé
 Type de réponse des actionneurs : Gradation ou Tout ou rien

1 - Compatibilité

Source des commandes envoyées à la Dodéca : ordinateur + code, clavier, sampleur, synthétiseur, ou autre appareil avec sortie Midi, Raspberry Pi avec interface Midi-USB, carte ZIP...

Logiciels : s'il y a un code sur un ordinateur, n'importe quel environnement capable d'envoyer des messages Midi, tel que Max MSP, Isadora, Processing, Pure Data, Ableton Live + Max4Live, logiciels de MAO (Fruity Loops, Logic, Reason, etc), programmation modulaire audio...

2 - Messages Midi Note ou CC

Ces types de messages sont interchangeables : l'un n'est pas plus que l'autre associé à la gradation ou à la temporisation. Le choix se fait en fonction de la source des commandes (un clavier envoie des Note On par exemple) ou des affinités personnelles.

a - Control Change [Valeur Numéro Canal]

Chaque **sortie** actionneur correspond à un **Numéro** de CC, l'intensité (ou la durée en mode Temporisé) dépendant de la valeur de 0 à 127. Le canal est 1. Les Numéros à envoyer sont déterminés par la configuration des interrupteurs 1 à 3, voir tableau p 4. Une valeur de 0 provoque l'extinction.

Exemples en mode Maintien bistable :

Moteur à pleine vitesse sur sortie 1 = CC 127 0 1 (valeur numéro canal)

LED à mi-luminosité sur sortie 10 = CC 64 9 1

Electro-aimant 5 Volts sur sortie 6 = CC 53 5 1

Exemple en mode Temporisé monostable :

Electro-aimant 12 Volts sur sortie 8 pendant 1/10e seconde = CC 100 7 1

b - Note On, Note Off [Pitch Vitesse Canal]

Chaque **sortie** actionneur correspond à un **pitch** de Note, l'intensité (ou la durée) dépend de la vitesse de 0 à 127. Le canal est 1. Une vitesse de 0 (ou un Note Off) arrête l'actionneur.

Le choix entre Note Off ou Note On 0 dépend surtout de la source de l'envoi des commande. Pour la carte ils sont équivalents.

Exemples en mode Maintien bistable :

Moteur à pleine vitesse sur sortie 1 = N 0 127 1 (pitch vitesse canal)

LED à mi-luminosité sur sortie 10 = N 9 64 1

Electro-aimant 5 Volts sur sortie 6 = N 5 53 1

Exemple en mode Temporisé monostable :

Electro-aimant 12 Volts sur sortie 8 pendant 1/10e seconde = N 7 100 1

2 - Commandes en Mode Maintien ou Temporisé

a - Maintien + Gradation (bistable)

L'interrupteur **4 doit être On**, pour le mode Maintien + Gradation.

- Si la valeur/vitesse du message est **0**, l'actionneur est éteint jusqu'à nouvel ordre.
- Si la valeur/vitesse est **127**, l'actionneur est allumé à sa puissance maximale, ici correspondant à une alimentation en 12 Volts. Attention à ne pas atteindre 127 si l'actionneur doit être alimenté en moins que 12V.
- Les pas intermédiaires de **1 à 126** permettent de contrôler le courant injecté dans l'actionneur et de l'allumer plus ou moins fortement (luminosité d'une lampe, force d'un électroaimant, vitesse d'un moteur CC, ...).

Il n'y a **pas de notion de durée**, l'action se poursuit jusqu'à l'ordre suivant, qui peut être une extinction avec 0 ou une autre valeur d'intensité.

Control Change / Note 0 = Arrêt

Control Change / Note 1 à 127 = Action d'intensité variable

Control Change / Note 127 = Action maximale

CONSÉQUENCE

Chaque allumage d'actionneur doit être suivi à un moment donné d'une commande d'extinction, il faut indiquer **volontairement** à chaque actionneur de s'éteindre.

INTÉRÊTS

- Programmation simple, intuitive pour les informaticiens ;
- Gradation d'intensité : luminosité, vitesse de moteur, force de frappe, etc ;
- Possibilité de piloter des actionneurs alimentés en moins que 12V.

INCONVÉNIENTS POSSIBLES

- Penser à éteindre chaque actionneur à la fin de la journée / performance ;
- Risque de chauffe avec les électro-aimants ou les actionneurs qui ne doivent pas rester trop longtemps alimentés ;
- Deux fois plus de messages à envoyer, débit à surveiller s'il y a beaucoup d'actionneurs à piloter rapidement ensemble sur un même port Midi.

b - Temporisé + Tout ou rien (monostable, arrêt automatique)

L'interrupteur **4 doit être Off**.

La sortie est active pendant une durée de X millisecondes, en fonction de la valeur/vélocité du message envoyé. Ce mode est principalement utilisé pour de la **percussion** avec des électro-aimants ou du pilotage d'électro-vannes. Il est intéressant pour des actionneurs qui ont tendance à chauffer lorsqu'ils sont allumés en continu.

L'allumage se fait toujours à pleine puissance, il n'y a pas de gradation d'intensité.

- Un message de **valeur/vélocité 0** (ou un Note Off) provoque une extinction instantanée de l'actionneur. Cette commande interrompt toutes les autres commandes en cours qui pourraient avoir été lancées auparavant.

- Si la valeur/vélocité est **différente de 0**, l'actionneur s'allume à pleine puissance (On), reste allumé **durant un temps précis** dépendant de la valeur/vélocité (On), s'éteint à la fin de ce temps (Off).

La valeur/vélocité donne directement la durée d'allumage de l'actionneur en millisecondes.

Control Change / Note On 0 = Arrêt, Off, Rien

Control Change / Note On 1 = On pendant 1 ms, puis Off

Control Change / Note On 20 = On pendant 20 ms, puis Off

Control Change / Note On 127 = On pendant 127 ms, puis Off

Si un autre message On est envoyé **avant la fin** d'action du précédent, cela remet le compteur à 0, on repart pour un maintien de l'actionneur On pendant cette nouvelle durée. Les durées ne sont donc **pas cumulées**, mais l'actionneur **continue à recevoir** de nouveaux ordres même quand il est On.

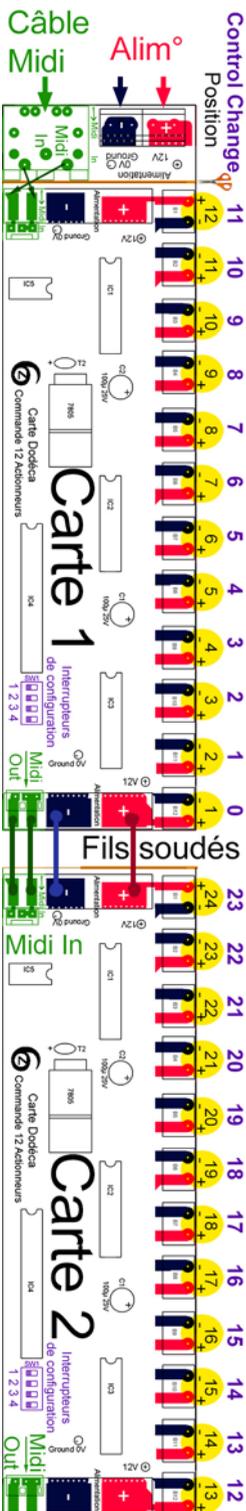
Exemples :

Si l'on envoie un Note On vélocité 20 toutes les 50 ms, l'actionneur s'allume durant 20 ms, s'éteint à la fin de ces 20 ms, reste éteint pendant 30 ms (50 - 20) jusqu'à ce que l'ordre suivant arrive et provoque son allumage.

Si l'on envoie un CC vélocité 127 toutes les 50 ms, l'actionneur s'allume instantanément au premier ordre reçu, reste allumé pendant 50 ms, mais ne s'éteint pas lorsque l'ordre suivant arrive. Il repart pour 127 nouvelles ms d'allumage. Il reste ainsi allumé jusqu'à ce que le dernier CC 127 arrive. A ce moment, il reste On encore 127 ms puis s'éteint.

INTÉRÊTS

- Limite les accidents d'actionneurs alimentés trop longtemps ;
- Programmation plus intuitive pour les pianistes / musiciens ;
- Limite la quantité de messages Midi circulant sur l'ensemble des cartes enchaînées ;
- Extinction simplifiée en exposition, les actionneurs s'arrêtant automatiquement si le code ne tourne plus.



INCONVÉNIENTS

- Penser à **renvoyer** régulièrement la commande pour maintenir l'action si elle dure plus longtemps que 127 millisecondes ;
- Limite les actionneurs à ceux alimentables en 12 V car le fonctionnement est en pleine intensité en Tout ou rien.

c - Stratégie de Sécurité : Envoi régulier de commandes

Le mode Temporisé est une variante du fonctionnement original de la carte Dodéca, développée pour **automatiquement arrêter** les actionneurs en cours de fonctionnement en cas d'arrêt accidentel d'envoi des commandes (pour des raisons variées telles que plantage du code, arrêt de l'ordinateur sans coupure des actionneurs, débranchement sauvage de la liaison Midi, etc).

Sécurité intégrée : la carte doit recevoir en permanence des ordres renouvelant la dernière commande envoyée, même si la valeur de pilotage n'a pas changé. Cette précaution permet d'éviter les accidents avec les moteurs ou la chauffe des électro-aimants.

Si aucune commande n'est envoyée pour maintenant l'intensité de l'actionneur, la sortie retourne à 0 et le moteur s'arrête, l'électro-aimant se relâche, la lumière s'éteint.

V - Enchaînement de plusieurs Dodéca

1 - Intérêts

- Piloter plusieurs dizaines d'actionneurs sur un port Midi
- Gagner de la place, remplacer les câbles par des fils soudés
- Limiter le nombre de blocs d'alimentations, sous réserve qu'elles soient correctement dimensionnées

2 - Branchements

Le schéma ci-contre résume l'enchaînement de deux cartes configurées sur des numéros différents : la première carte conserve la prise Midi et les dominos d'alimentation, alors que la deuxième carte est directement liée à la première par de simples fils.

3 - Pilotage Midi

Les messages Midi entrant sur le In ressortent sur le Out sans modification. Chaque carte utilise les messages qui lui sont personnellement destinés via les numéros correspondant à la configuration des interrupteurs. **Elle ne répond qu'aux CC ou N qui la concerne et ignore les autres.**

Si une autre carte dans l'enchaînement est configurée sur le même numéro, elle réagit donc de la même façon. Si elle est configurée sur un numéro différent, elle utilisera d'autres messages CC ou N que la précédente.

Le schéma montre les numéros de CC ou N de deux cartes configurées en 1 et 2.

VI - Précautions d'emploi

Veillez lire attentivement les consignes de sécurité et les conseils d'utilisation suivants. Vous minimiserez ainsi les risques d'accident et augmenterez la durée de vie du matériel.

Nos produits sont vendus en temps que parties destinées à être intégrées dans des installations ou à être utilisées en démonstration. Nous considérons que ceux qui les manipulent ont le niveau de compétence requis et appliquent toutes les précautions voulues pour le bon fonctionnement du système. Interface-Z se dégage de toute responsabilité concernant un quelconque dommage ou accident causé par une mauvaise utilisation de ses produits. Il est de la responsabilité de l'utilisateur de s'assurer que toute installation utilisant ces produits soit conforme aux normes de sécurité en vigueur et de compatibilité électromagnétique.

Interface-Z se décharge aussi de toute responsabilité concernant l'usure du matériel et de tout problème mécanique ou électrique causé par une utilisation inadéquate du matériel. Par exemple, les cartes hors boîtier ne sont pas garanties contre les problèmes électriques dus à des court-circuits en cas de contact avec une surface métallique. Il est évident que des montages sans boîtier doivent être utilisés avec précaution. Les protéger leur assure une durée de fonctionnement plus élevée.

Interface-Z décline toute responsabilité pour tous dommages causés dans les conditions suivantes et ne garantit pas les montages lorsque les précautions indiquées dans chaque cas ne sont pas respectées :

• Absence de protection, fixation inappropriée des cartes

Si une carte est sans boîtier ou que le boîtier d'origine est changé, précisons que les cartes comportent des emplacements (dans les coins) prévus pour une fixation par vis ou petits boulons, avec des rondelles isolantes. La carte peut aussi être tenue par des adhésifs fixés aux mêmes emplacements. Quelle que soit la méthode de fixation choisie, il ne faut pas que quoi que ce soit de métallique ou de conducteur entre en contact avec le circuit électronique ou avec les composants soudés. Il est donc recommandé de ne mettre de vis de fixation qu'aux endroits prévus à cet effet.

• Maniement contraire à l'utilisation normale des appareils

Comme pour tout circuit imprimé, il ne faut pas provoquer de **court-circuit** sur les cartes, donc

- ne jamais poser une carte hors boîtier sur une surface **conductrice** (objet métallique, surface mouillée, etc), cela pourrait l'endommager irréversiblement. Rien ne doit interférer avec les pistes ou avec les soudures ;

- éviter les décharges **électrostatiques** (toucher une surface métallique reliée à la terre, pour se « décharger » avant de manipuler la carte, surtout si l'on se sent « électrique ») ;

- de même, ne pas mettre de carte en contact avec un écran ou tout autre objet chargé d'électricité statique. Hors les dommages possibles occasionnés à la carte, cela pourrait provoquer des parasites et interférer avec le fonctionnement normal de la carte ;

- éviter tout contact avec des éléments de masse électrique, par exemple tuyaux, radiateurs, cuisinières et réfrigérateurs ;

- ne pas avaler, mâcher ou mordre les produits ;

- ne pas exposer à des flammes, des gaz ou des liquides inflammables, des mégots allumés, ou quoi que ce soit susceptible de les endommager par le feu. Ne pas les stocker en plein soleil ou à l'humidité, pour une meilleure conservation.

• Ne pas utiliser une carte en contact avec la peau

Ne pas toucher les composants ou le circuit imprimé d'une carte ou d'un capteur branché, cela peut d'ailleurs interférer avec son fonctionnement et provoquer des résultats non souhaités. Ne pas utiliser de carte non protégée sur la peau, le corps, le visage, cela risque de provoquer des égratignures ou des piqûres.

• Non respect des consignes de sécurité

- Ne pas exposer ses cheveux, ses doigts ou son nez aux moteurs, aux actionneurs en général ou à ce qui est fixé dessus (même s'ils tournent lentement) ;

• Mauvais entretien

- Les modules ne doivent pas être exposés à l'humidité, à la pluie, à des substances corrosives, à la chaleur, à la flamme, à des liquides ou gaz inflammables. Ils ne doivent pas être ouverts avec des objets métalliques, être mouillés ou écrasés.

- Les câbles doivent être protégés de la chaleur et des objets coupants et disposés de façon à ce qu'ils ne

soient pas tirés ou coincés.

- Ne pas soulever ou transporter les modules en les tenant par les câbles, surtout s'ils sont branchés sur le secteur.

- Vérifier avant l'utilisation que les modules sont en bon état (non fendus, non mouillés, etc).

- Nettoyer immédiatement en cas d'exposition à des liquides (boue, encre, alcool, nourriture, eau, eau de mer, etc).

- Débrancher les appareils après utilisation.

- Les cartes et câbles ne sont pas prévus pour une utilisation en extérieur. Dans le cas d'une installation en extérieur, il est de la responsabilité de l'utilisateur de s'assurer que son matériel est convenablement protégé (contre les intempéries, les animaux, les déprédations, etc...).

• **Mauvaise alimentation des cartes**

Ne pas inverser les fils de masse et les fils positifs, lorsque la documentation ne précise pas explicitement qu'il n'y a pas de polarité à respecter.

Ne pas appliquer d'alimentation ne correspondant pas aux spécifications décrites dans la documentation. Une erreur peut détruire la carte.

Ne pas brancher les cartes prévues pour de la basse tension directement sur le secteur.

Ne pas débrancher la prise en tirant sur le fil.

Ne pas forcer le fonctionnement des appareils : si le fonctionnement est inhabituel, débrancher immédiatement.

Ne pas débrancher les actionneurs en arrachant les fils.

• **Réparation**

Les réparations ou modifications, s'il y a lieu, ne doivent être effectuées que par un électronicien ayant la compétence voulue.

• **Limites des capteurs et des actionneurs**

Les moteurs et autres actionneurs de mouvement sont prévus pour une charge maximale précise et ne doivent pas être forcés.

Ne pas suralimenter un actionneur qui a tendance à chauffer. Ne pas le laisser fonctionner à pleine puissance trop longtemps.

• **Attention aux enfants**

Ne pas les laisser manipuler le secteur 240 Volts.

Les surveiller en permanence s'ils manipulent de petits capteurs, des actionneurs, des interfaces.

Ne pas les laisser manipuler des moteurs pas à pas (dont la connectique est complexe), des lampes halogènes ou des ampoules à incandescence (qui chauffent).

Utiliser avec les enfants des alimentations électriques par piles ou batteries. Ne pas utiliser de bloc secteur ou d'alimentation branchée sur le secteur.

• **Attention à la santé**

- Attention aux interférences possibles avec l'appareillage et l'électronique médicaux.

- Ne **jamais** utiliser ce matériel dans le cas où la vie ou la santé d'une personne en dépendrait.