

# Comment ne pas griller une carte de type Arduino Uno nue en 10 branchements ?

... et quelles sont les protections de Plug'Uino® ?

Il est malheureusement très aisé de détruire involontairement une carte type Arduino nue (non protégée), en réalisant de simples branchements inappropriés.

Ci-dessous vous trouverez une série d'exemples de branchements à éviter pour ne pas détruire électriquement votre carte Arduino.

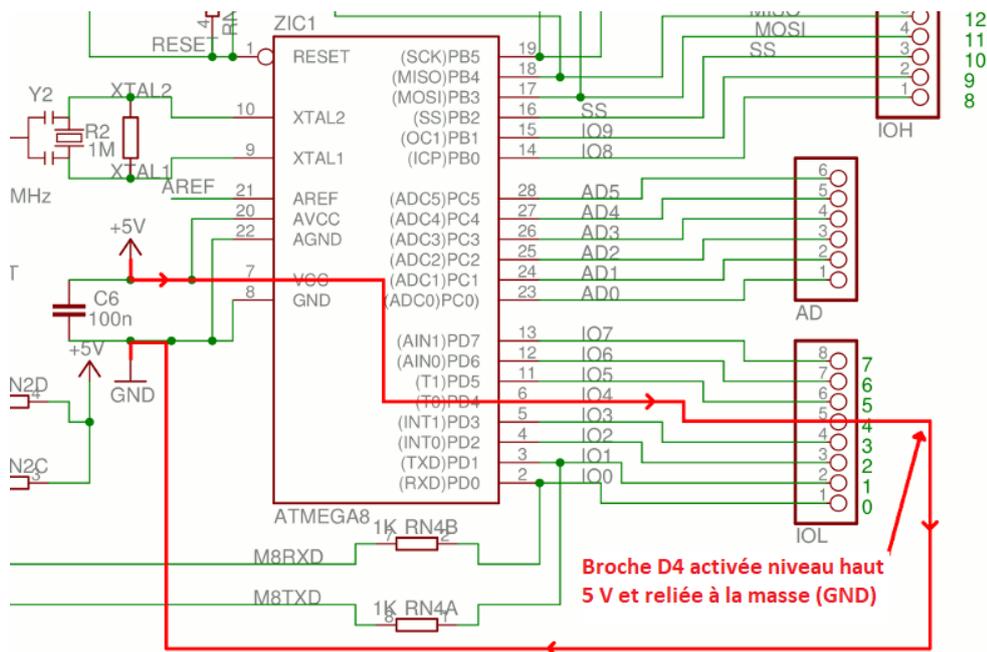
## Cas numéro 1 : Court-circuiter les broches Entrée/Sortie à la terre

### Comment ?

Configurer une broche en sortie puis la programmer en niveau haut.

Relier ensuite cette broche à la masse (GND).

Cette opération crée un court-circuit sur cette broche donc une surintensité qui la détruira.



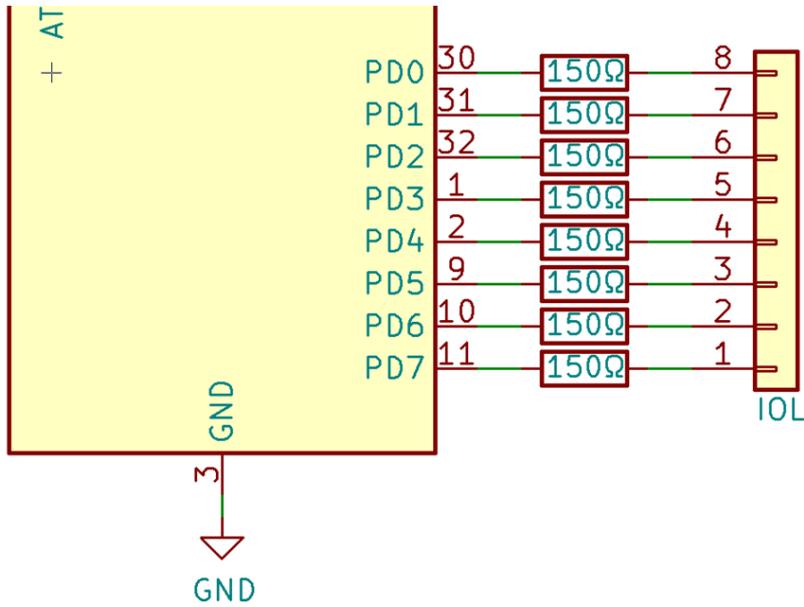
### Pourquoi ?

Les entrées/sorties du microcontrôleur de type Arduino sont prévues pour supporter un courant maximal par broche de 40 mA. La résistance interne est seulement de 25 Ohms par broche, un court-circuit à la masse génèrera donc un courant de 200 mA qui dépasse largement le courant maximal admissible sur la broche.

### La protection sur Plug'Uino®

Une résistance de protection de 150 ohms est installée sur chaque E/S.

Cette résistance limite le courant à 33 mA ce qui est en-dessous des 40 mA supportables par les E/S du microcontrôleur type Arduino.



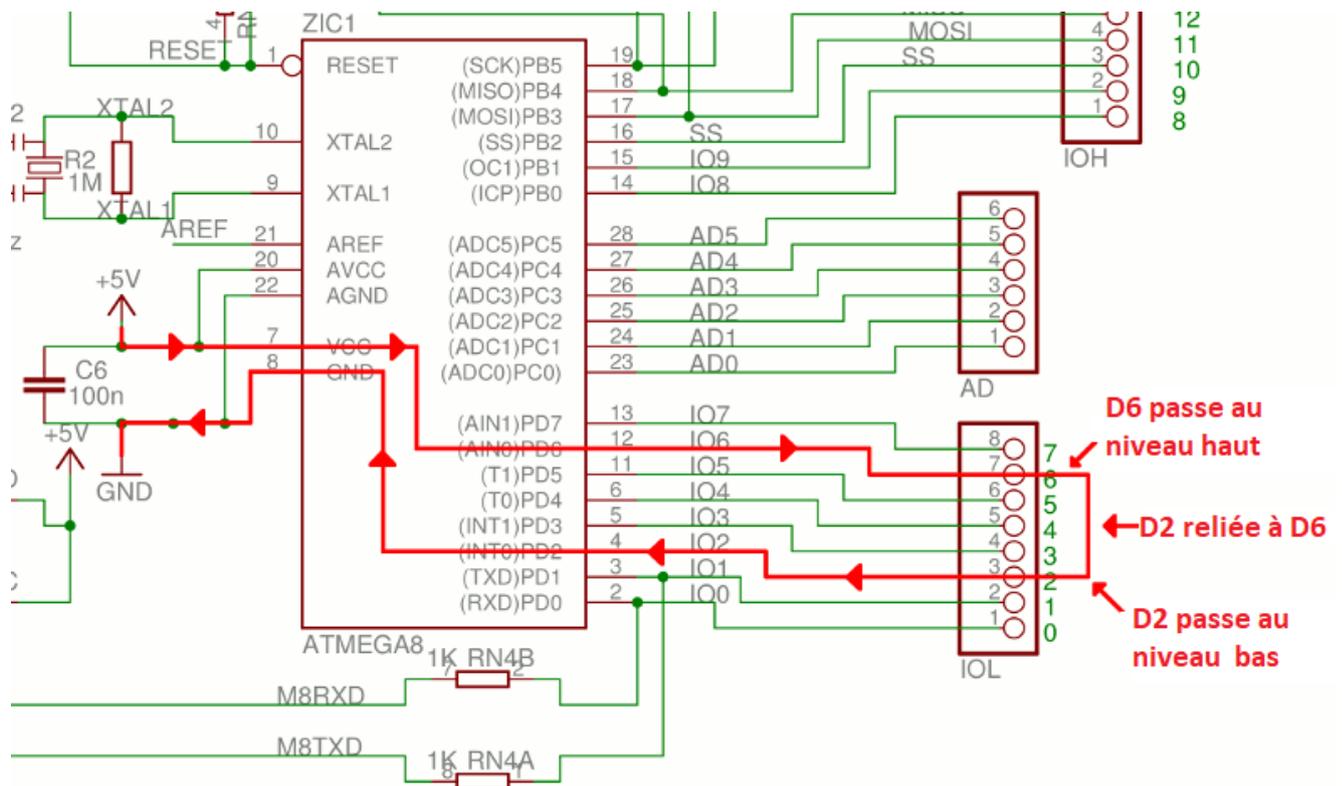
## Cas numéro 2 : Relier 2 entrées/sortie numérique entre-elles

### Comment ?

Configurer 2 broches en sortie puis programmer une broche à l'état haut et l'autre broche à l'état bas.

Relier ensuite ces 2 broches entre-elles.

Cette opération crée un court-circuit sur ces broches et donc une surintensité qui les détruira.



### Pourquoi ?

Comme dans le cas n°1, il y a un court-circuit sauf que le retour à la masse passe par le microcontrôleur. La résistance interne de 25 Ohms des broches ne supportera pas la surintensité.

### La protection sur Plug'Uino®

Une résistance de protection de 150 ohms est installée sur chaque I/O.

Cette résistance limite le courant à 33 mA ce qui est en-dessous des 40 mA supportables par les E/S du microcontrôleur type Arduino.

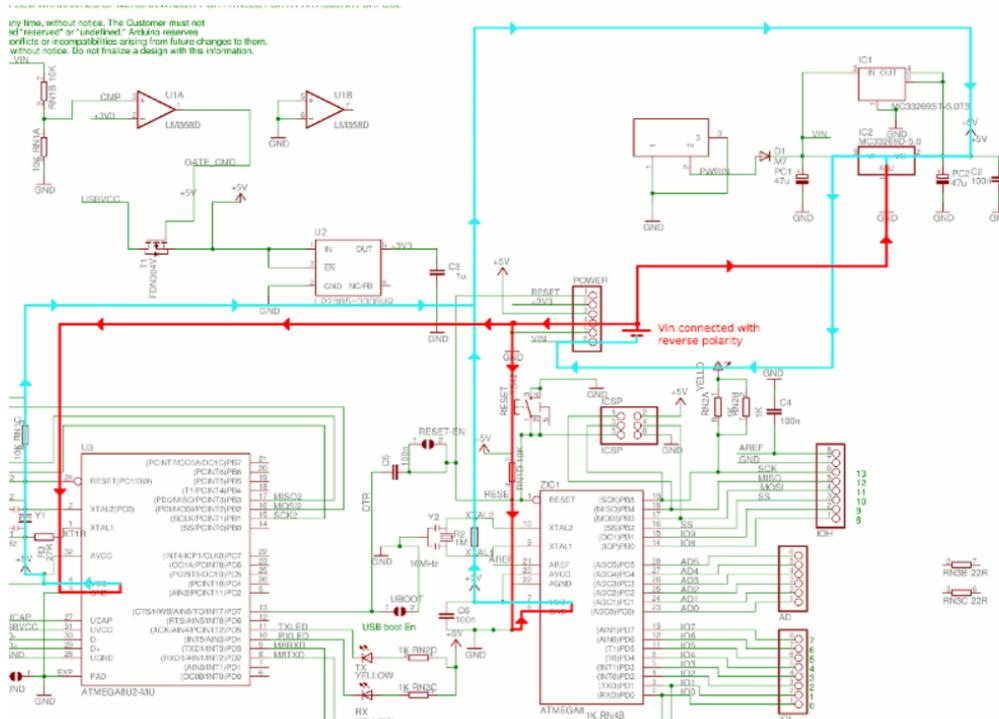
### Cas numéro 3 : Appliquer une tension d'alimentation négative sur Vin

#### Comment ?

Alimenter sa carte Arduino à partir de la broche V1 avec une tension négative détruira plusieurs circuits internes de la carte Arduino.

#### Pourquoi ?

Il n'existe pas de protection contre les inversions de tension sur la broche Vin. Le courant circulera de la broche GND en passant par la broche 5 V, vers le régulateur 5 V et le Vin. Le régulateur et donc tout le microcontrôleur seront endommagés.



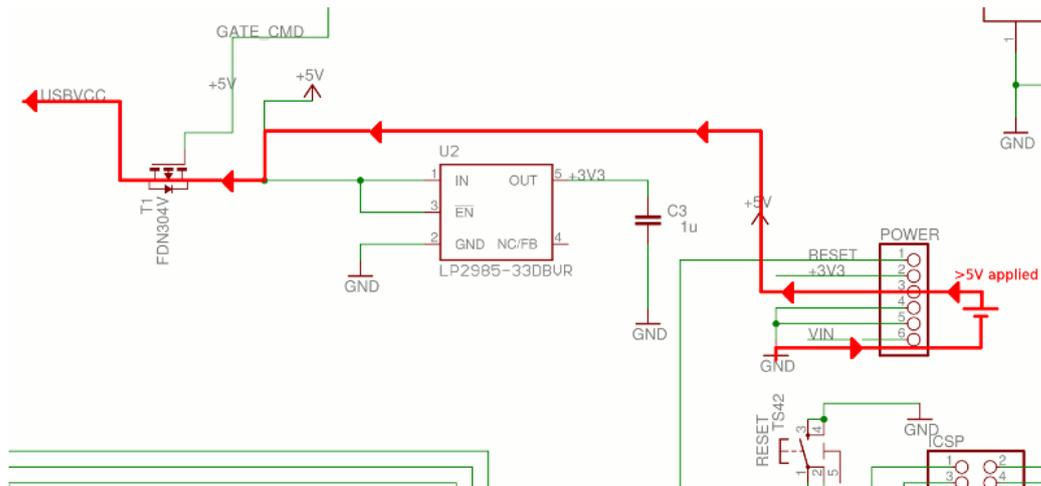
### La protection sur Plug'Uino®

Sur les interfaces Plug'Uino® une diode SMAZ5V6 ajuste toute tension supérieure à 5.6 V à s'ajuster à cette valeur de 5.6 V et limite l'intensité à 100 mA.





5 V peut entrainer le reflux du courant à travers le MOSFET T1 à commutation de tension et son retour vers le port USB.



### La protection sur Plug'Uino®

Sur les interfaces Plug'Uino® une diode SMAZ5V6 ajuste toute tension trop supérieure à 5.6 V à s'ajuster à cette valeur de 5.6 V et limite l'intensité à 100 mA.



Cette protection est également utile si l'on souhaite piloter par exemple des moteurs pas-à-pas, qui peuvent réinjecter du courant dans le microcontrôleur, notamment si le moteur continue à tourner par inertie ou qu'il est actionné manuellement par l'utilisateur.



## Cas numéro 6 : Court-circuiter les broches GND et Vin

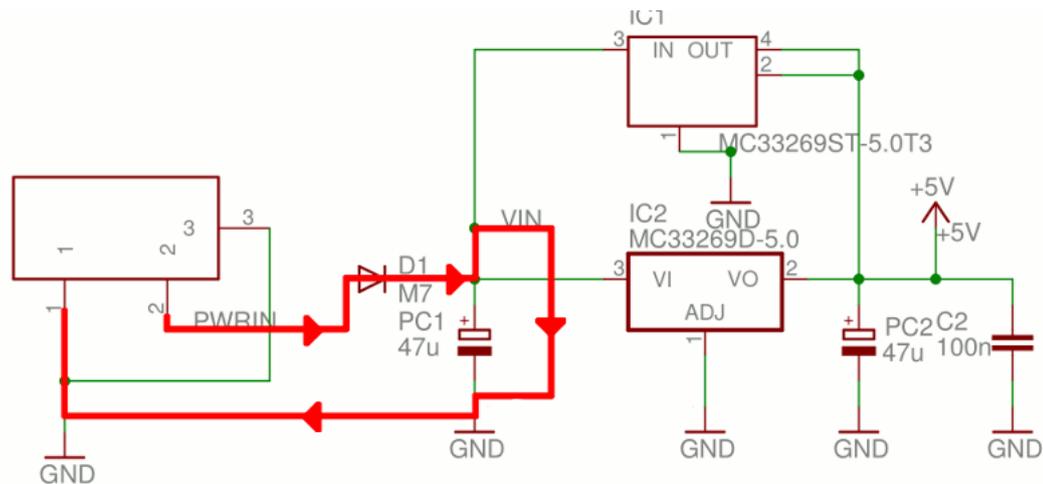
### Comment ?

Alimenter la carte Arduino par une alimentation extérieure branchée sur la prise Jack et court-circuiter les broches GND et Vin.

La diode de blocage sera détruite et les pistes de la carte Arduino pourraient fondre.

### Pourquoi ?

Il n'y a pas de circuit de limitation de courant sur la Vin. Un court-circuit de Vin à GND court-circuite la prise Jack de l'alimentation externe, ce qui génère un courant supérieur au courant nominal que la diode de blocage peut supporter.



### La protection sur Plug'Uino®

Sur les interfaces Plug'Uino®, Vin n'est accessible sur aucun des connecteurs SIL ou SATA.

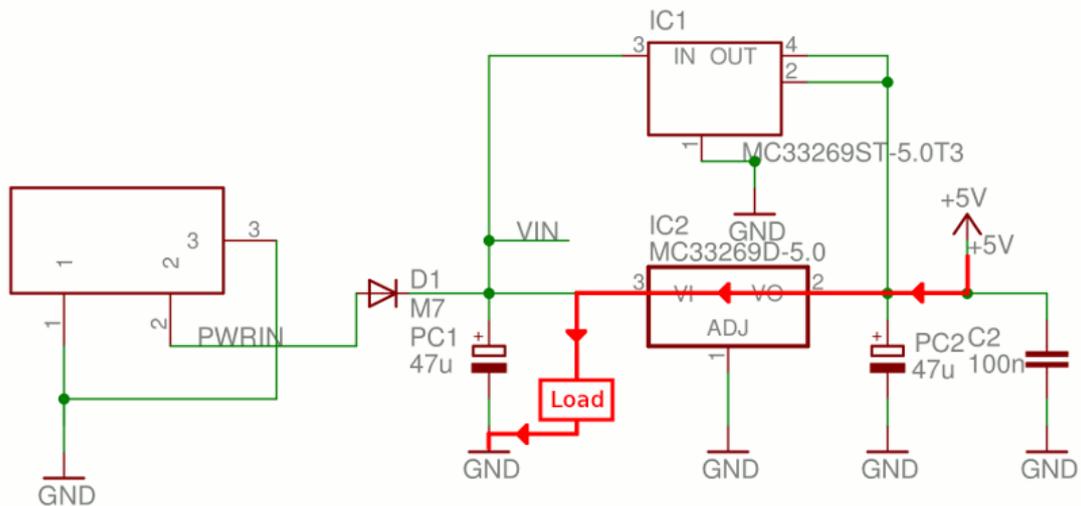
## Cas numéro 7 : Appliquer une alimentation externe 5V avec une charge sur Vin

### Comment ?

Si on alimente la carte Arduino par une alimentation extérieure 5 V appliquée sur la broche 5 V et que l'on a connecté un circuit à Vin (ou court-circuité Vin et GND), il y aura un courant de retour qui traversera le régulateur 5 V et le détruira.

### Pourquoi ?

Il n'y a pas de circuit de protection contre les tensions inverses sur le régulateur 5 V. Le courant peut donc circuler depuis la broche du connecteur 5 V à travers le régulateur et vers le circuit connecté à Vin.



### La protection sur Plug'Uino®

Sur les interfaces Plug'Uino® une diode bloque les tensions d'alimentation négatives. Sur les interfaces Plug'Uino®, Vin n'est accessible sur aucun des connecteurs SIL ou SATA.

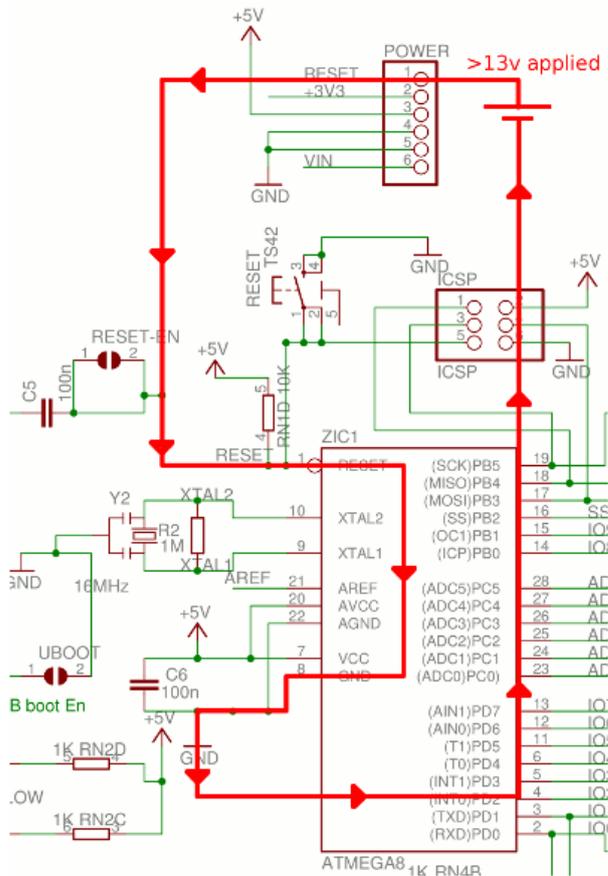
## Cas numéro 8 : Appliquer une tension supérieure à 13 V sur la broche Reset (RST)

### Comment ?

Si on applique une tension supérieure à 13 V sur la broche RST, le microcontrôleur ATmega328P sera détruit.

### Pourquoi ?

La broche RST (Reset) est directement connectée à l'entrée Reset de l'ATmega328. Comme cette entrée tolère au maximum 13 V, tout voltage supérieur détruira le dispositif.



### La protection sur Plug'Uino®

Sur les interfaces Plug'Uino® une résistance + une diode Zener sécurisent la tension du signal RESET.

## **Cas numéro 9 : Dépasser l'intensité totale admissible sur la carte Arduino**

### **Comment ?**

Configurer au moins 10 broches E/S en sortie et activer à l'état haut par exemple 10 LED, pour générer 20 mA de chacune des 10 broches. On dépasse ainsi le courant nominal total admissible par le microcontrôleur qui sera donc endommagé.

### **Pourquoi ?**

Le courant total de toutes les entrées/sorties ne doit pas excéder 200 mA comme indiqué dans la fiche technique de l'ATmega328.

### **La protection sur Plug'Uino®**

Sur les interfaces Plug'Uino®Uno des résistances fixes de 150 Ohms sont installées sur chaque E/S.

Pour dépasser les 200 mA admissibles par le microcontrôleur, il faudrait court-circuiter plus de 7 entrées/sorties.

## Cas numéro 10 : Dépasser le courant maximum autorisé sur USB2

Cette situation ne risque pas vraiment d'endommager directement le port USB de votre ordinateur, car la carte Arduino comme la carte Plug'Uino® sont équipées de fusibles réarmables PTC.

Par contre, la conséquence d'un court-circuit sur une carte Arduino, entraîne une déconnection du périphérique USB et des bugs possibles à tous les niveaux des programmes de l'utilisateur.

En cas de court-circuit sur Plug'Uino®, seul le circuit d'alimentation qui ne concerne pas la carte microcontrôleur" est coupé. Un voyant rouge indique l'anomalie à l'utilisateur mais il n'y a pas de répercussion ennuyeuse sur le poste de l'utilisateur (exemple : port série difficile à rouvrir, logiciel Arduino IDE qui ne fonctionne plus correctement, etc..).

### La protection sur Plug'Uino®

L'interface Plug'Uino limite le courant soutiré au port USB à 500 mA au maximum.

Le 5 V du port USB est distribué sur Plug'Uino® de la façon suivante :

- 5 V alimente directement le microcontrôleur.
- 5 V alimente les SATA en passant par un limiteur de courant actif qui va automatiquement couper l'alimentation des SATA en cas de courant anormal. La tension 5V des SATA sera restaurée automatiquement quand l'anomalie est corrigée. Cela permet d'avoir un court-circuit sur les SATA tout en continuant d'utiliser la carte de microcontrôleur avec son logiciel.

Les interfaces Plug'Uino® disposent en plus d'un indicateur de qualité d'alimentation.

Bleu ou Rouge, s'il est rouge, c'est que la tension 5 V a fortement chuté ce qui peut influencer significativement le montage. L'utilisateur est ainsi averti qu'il doit compléter l'alimentation par une source supplémentaire, un adaptateur secteur 9-12 V avec le module batterie.

## **En conclusion :**

L'interface Plug'Uino® est un outil de pédagogie sérieux qui offre plus que le seul aspect protection occasionnelle de l'ordinateur.

Elle assume que les courts-circuits répétés font partie des cas d'utilisations normales et donc elle s'assure qu'un court-circuit sur le montage utilisateur ne nuit pas à l'expérience d'utilisation.

La carte Interface Plug'Uino® réduit significativement les possibilités d'endommager le matériel dans des cas d'utilisation normales de faute accidentelle.

Les interfaces Plug'Uino® prévoient les défauts d'utilisation suivants :

On admet qu'une surtension liée à un choc électrostatique naturel fait partie de l'utilisation normale du produit.

On admet que les modules et montages qui y sont reliés peuvent avoir des défauts qui ne doivent pas endommager le microcontrôleur (câble usé, montages utilisateur erronés).

On admet qu'en cas de faute majeure, d'application de surtension par une source externe, l'interface ne doit pas endommager l'ordinateur.

On admet que ces protections ont le contre-coup de baisser artificiellement la tension 5V (C'est pourquoi un voyant de qualité d'alimentation est installé pour inviter l'utilisateur à utiliser un adaptateur 5 V).

On améliore l'expérience utilisateur permettant à la carte de microcontrôleur de continuer à fonctionner en cas de faute majeure sur ce qui se passe au niveau des connecteurs SATA et shield.

En conclusion, on admet que ces protections ne sont pas à toute épreuve mais qu'elles sont un très bon compromis qui couvre le risque de la majorité des situations de défaut que l'on pourrait rencontrer en travaux pratiques avec des jeunes élèves.