

Jean Boyer

2^e
ÉDITION



**RÉPAREZ
VOUS-MÊME
VOS APPAREILS
ÉLECTRONIQUES**

SMARTPHONES

TÉLÉVISEURS

LES de JEUX

CONSOLES
ORDINATEURS

Électroménager

EYROLLES

SERIAL
MAKERS

Réparer soi-même, c'est économique, écologique et valorisant

Abondamment illustré et fourmillant de conseils pratiques, cet ouvrage est dédié à la réparation des principaux appareils électroniques : téléviseurs, ordinateurs, consoles de jeux, smartphones, appareils photo, chaînes hi-fi, vidéoprojecteurs... Pour chaque type d'appareil, il fournit des méthodes infailibles pour diagnostiquer et réparer les pannes les plus fréquentes. Cette deuxième édition a été entièrement refondue : réorganisation du contenu, maquette plus attrayante, nouvelle iconographie et ajout d'un chapitre sur l'électroménager, les outils électroportatifs et les éclairages LED. Nourri par la très grande expérience de son auteur, responsable d'un Repair Café, ce livre s'inscrit totalement dans la mouvance *Do It Yourself* : réparons pour éviter le gaspillage, épargner la planète et rendre l'utilisateur autonome et responsable !

À qui s'adresse ce livre ?

- Aux passionnés d'électronique, réparateurs amateurs, bricoleurs...
- À tous ceux qui souhaitent donner une deuxième vie à leurs appareils électroniques

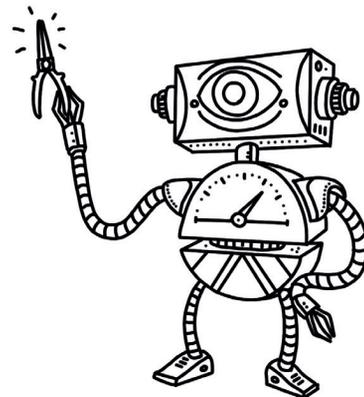
Au sommaire

Sécurité et prévention • L'espace de travail du réparateur • Identifier, contrôler et substituer les composants • Les opérations de base • Réparer les petits appareils électroniques • Réparer l'électroménager, l'outillage électroportatif et les éclairages à LED • Réparer le matériel informatique • Réparer les appareils multimédias • Réparer les téléviseurs à écran LCD/LED • Réparer les téléviseurs à écran plasma • Réparer les circuits d'alimentation • Recherche de documentation • Recherche de composants • Ressources utiles • Glossaire.

Sur www.editions-eyrolles.com/di/0067621

- Consultez les compléments (conseils pratiques, tutoriels, etc.)
- Dialoguez avec l'auteur

Passionné de radioélectricité puis d'électronique depuis son plus jeune âge, **Jean Boyer** a travaillé comme réparateur, avant d'en faire son principal hobby depuis plus de 30 ans.



RÉPAREZ
VOUS-MÊME
VOS APPAREILS
ÉLECTRONIQUES

CHEZ LE MÊME ÉDITEUR

Dans la collection « Serial Makers »

D. KNOX. – **Petits robots à fabriquer.**

N°67575, 2018, 160 pages.

E. BARTMANN. – **Le grand livre d'Arduino (3^e édition).**

N°67488, 2018, 528 pages.

S. MONK. – **Mouvement, lumière et son avec Arduino et Raspberry Pi.**

N°11807, 2016, 352 pages.

C. PLATT. – **L'électronique en pratique (2^e édition).**

N°14425, 2016, 328 pages.

C. PLATT. – **L'électronique en pratique 2.**

N°14179, 2015, 336 pages.

E. DE KEYSER. – **Le Mavic Pro et DJI GO.**

N°67525, 2017, 208 pages.

E. DE KEYSER. – **Filmer et photographier avec un drone (2^e édition).**

N°67435, 2017, 224 pages.

F. BOTTON. – **Les drones de loisir (3^e édition).**

N°67444, 2017, 230 pages.

R. JOBARD. – **Les drones (3^e édition).**

N°67434, 2017, 184 pages.

M. LAURY. – **À la découverte des cartes Nucleo.**

N°67369, 2017, 280 pages.

C. BOSQUÉ, O. NOOR et L. RICARD. – **FabLabs, etc. Les nouveaux lieux de fabrication numérique.**

N°13938, 2015, 216 pages.

A. BANKS, MACUSER et IFIXIT. – **Réparez vous-même votre Apple.**

N°14251, 2015, 146 pages.

JEAN BOYER

**RÉPAREZ
VOUS-MÊME
VOS APPAREILS
ÉLECTRONIQUES**

2^e édition

EYROLLES

The logo for EYROLLES, featuring the word "EYROLLES" in a bold, black, sans-serif font. Below the text is a thin black horizontal line with a small red dot centered under the letter "O".

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du Droit de Copie, 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris.

Éditions Eyrolles
61 bd Saint-Germain
75240 Paris Cedex 05
www.editions-eyrolles.com

© Éditions Eyrolles, 2019 pour la présente édition © Groupe Eyrolles, 2014
ISBN : 978-2-212-67621-1

REMERCIEMENTS

À Eugène Aisberg, qui m'a appris que « l'électronique, mais c'est très simple ! » dans ses ouvrages ;

À Monsieur Galois, de Télé-Reims, qui m'a ouvert son atelier quand j'avais 13 ans ;

À Eugène Poirot, ancien directeur de l'École centrale d'électronique, rue de la Lune, à Paris ;

Aux lecteurs de la première édition qui ont pris le temps de me faire part de leurs critiques et suggestions.



TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	1
Chapitre 1. SÉCURITÉ ET PRÉVENTION	5
Prévention des dangers électriques	5
Une alimentation électrique aux normes	6
Prévention des chocs électriques inopinés	7
Règles de base	9
Prévention des autres dangers	9
Risques de brûlures et d'incendie	9
Risques chimiques	10
Risques de blessures	11
Chapitre 2. L'ESPACE DE TRAVAIL DU RÉPARATEUR	13
Aménagement du lieu de travail	13
L'indispensable	13
L'utile	14
Le précieux	17
Les appareils de mesure	18
L'indispensable	18
L'utile	20
Le précieux	24
Logiciels utiles au réparateur	25
Logiciels de contrôle et de dépannage (pour Windows)	25
Logiciels de test autonome d'un ordinateur	26
Logiciels de test des téléviseurs et vidéoprojecteurs	26
Autres utilitaires de test	27
Test des différentes entrées audio/vidéo des appareils	27
L'outillage	28

Les outils de base.....	28
Le matériel de soudure.....	33
Les produits chimiques	37
Chapitre 3. IDENTIFIER, CONTRÔLER ET SUBSTITUER LES COMPOSANTS.....	39
Reconnaître les composants	39
Les composants passifs	39
Les composants actifs : diodes, transistors et circuits intégrés.....	51
Les composants divers	58
Codification et marquage des composants.....	63
Les composants passifs	63
Méthodes de contrôle des composants.....	74
Contrôle rapide des principaux composants	74
Contrôle précis des composants.....	75
Contrôles complexes ou impossibles	76
Fiabilité relative des composants	77
Substitution des composants.....	79
Dans le cadre d'un essai	79
Réparations définitives	81
Cas particulier des connecteurs.....	82
Réparer un connecteur	83
Quels composants avoir en stock ?	85
Chapitre 4. LES OPÉRATIONS DE BASE.....	87
Les soudures	87
Précautions à respecter	88
Souder et dessouder les composants traditionnels	90
Dessouder et récupérer les CMS	91
Dessouder les CMS sans les récupérer	93
Souder les CMS	94
Isolation d'un signal	95
Isoler et réparer une piste de circuit imprimé.....	95
Simuler un signal	97

Chapitre 5. RÉPARER LES PETITS APPAREILS ÉLECTRONIQUES	99
Télécommandes diverses	99
Test rapide d'une télécommande infrarouge	99
Démontage et remontage d'une télécommande	100
Pannes dues à l'encrassement	101
Pannes dues aux faux contacts des piles	102
Pannes électroniques	102
Remplacement des télécommandes défectueuses.....	102
Horloges à quartz	103
Calculatrices et montres à quartz	104
Sauver la batterie rechargeable d'un appareil portatif	106

Chapitre 6. RÉPARER L'ÉLECTROMÉNAGER, L'OUTILLAGE ÉLECTROPORTATIF ET LES ÉCLAIRAGES À LED	107
Petits appareils électriques, outillage électroportatif.....	107
Démontage des petits appareils électriques et électroportatifs.....	107
Diagnostic des dysfonctionnements	108
Réparation des circuits électroniques des petits appareils	113
Sauvetage économique d'un appareil à moteur électrique.....	115
Fours à micro-ondes	116
Diagnostic du dysfonctionnement d'un four à micro-ondes qui ne chauffe plus	117
Appareils d'éclairage à LED	121
Pourquoi tant de dysfonctionnements ?	121
Réparation d'un système d'éclairage à LED.....	125
LED et variateurs d'intensité.....	127
Cas des bornes solaires	129
Autres réparations réussies	130
Problèmes généraux de fonctionnement	131
Circuits de chauffage du gros ou petit électroménager.....	131
Réfrigérateurs et congélateurs	131
Outillage électroportatif alimenté par le secteur électrique.....	132
Outillage électroportatif sans fil.....	132
Sécurités diverses.....	133
Et les autres !.....	133

Chapitre 7. RÉPARER LE MATÉRIEL INFORMATIQUE	135
Souris d'ordinateur	135
Écrans d'ordinateurs	137
Architecture des moniteurs informatiques	137
Démontage des moniteurs informatiques	137
Diagnostic des défaillances des moniteurs informatiques.....	138
Réparation d'un moniteur informatique	140
Ordinateurs de bureau	140
Architecture physique des ordinateurs de bureau	140
Démontage de l'unité centrale des ordinateurs de bureau	141
Diagnostic des défaillances des ordinateurs de bureau	145
Réparation des éléments d'un ordinateur de bureau	152
Ordinateurs portables	157
Architecture des ordinateurs portables.....	157
Démontage des ordinateurs portables.....	158
Diagnostic des défaillances des ordinateurs portables	160
Vérification et réparation des éléments d'un ordinateur portable...	164
Tablettes numériques	180
Principaux dysfonctionnements des tablettes.....	181
Démontage/remontage d'une tablette	181
Remplacement de l'écran	182
Remplacement d'un connecteur de charge, de carte SD ou de carte SIM	184
Remplacement des autres éléments d'une tablette.....	185
Réparation d'une carte mère	185
Résolution des problèmes d'initialisation	186
Chapitre 8. RÉPARER LES APPAREILS MULTIMÉDIAS	187
Consoles de jeu	187
Consoles portables.....	187
Consoles de salon	189
Appareils photo numériques	189
Caméscopes	191
Radios portatives	192
Typologie des réparations possibles	192

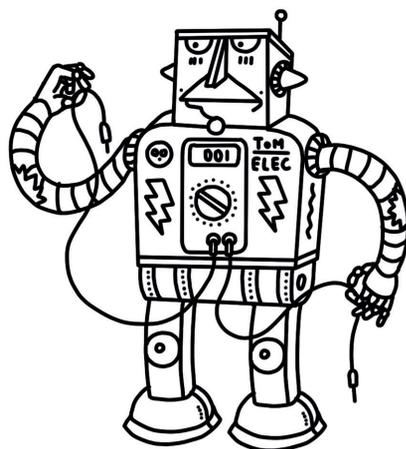


Crachements et instabilités du fonctionnement	194
Problèmes d'oxydation des piles.....	194
Circuit imprimé cassé	194
Réparation d'un haut-parleur.....	195
Combinés récepteurs radio-CD-cassettes portatifs.....	196
Vérification et réparation d'un lecteur CD	196
Vérification et réparation d'un lecteur/enregistreur de cassettes.....	197
Chaînes hi-fi	201
Réparation des unités de CD	202
Vérification et réparation des circuits des chaînes hi-fi.....	203
Vérification et réparation des enceintes acoustiques.....	203
Pannes fréquentes sur les enceintes	203
Démontage et remontage d'une enceinte acoustique	206
Lecteurs/graveurs de CD, DVD et Blu-ray	206
Diagnostics des pannes de lecteurs/graveurs optiques.....	206
Réparations envisageables	208
Magnétoscopes.....	212
Nettoyage des têtes d'effacement et d'enregistrement-lecture	214
Nettoyage du mécanisme et changement des courroies.....	215
Vidéoprojecteurs	217
Typologie des pannes.....	217
Technologies à distinguer.....	218
Remplacement d'une lampe haute pression.....	219
Nettoyage, alignement optique, remplacement d'une roue chromatique ou d'une puce DMD	222
Téléphones et smartphones	223
Appareils divers.....	227
Lecteurs MP3	227
Enceintes Bluetooth	228
Chapitre 9. RÉPARER LES TÉLÉVISEURS	
À ÉCRAN LCD/LED	229
Architecture des téléviseurs LCD/LED	229
Les différents types d'écrans plats LCD	231
La technologie d'affichage	231
Les résolutions de l'image	232

Les facteurs de format d'image	232
Écrans incurvés	232
Modèles d'écrans et fabricants.....	232
Démontage d'un téléviseur LCD/LED	233
Diagnostic des défaillances d'un téléviseur LCD/LED	239
Vérification et réparation des circuits du téléviseur	250
Vérification des circuits d'alimentation	251
Vérification et réparation des circuits inverter de rétroéclairage CCFL et LED	257
Vérification et réparation d'une carte principale.....	270
Vérification et réparation d'une carte T-Con.....	287
Vérification et réparation d'une dalle écran LCD ou LED	291
Réparation d'une dalle écran au niveau rétroéclairage	294
Réparation d'une dalle écran au niveau du panneau LCD	306
Chapitre 10. RÉPARER LES TÉLÉVISEURS À ÉCRAN PLASMA	313
Particularités de la technologie plasma	313
Fonctionnement simplifié d'un écran plasma	315
Architecture des téléviseurs plasma.....	319
Démontage des téléviseurs plasma	321
Diagnostic des défaillances des téléviseurs plasma	321
Le téléviseur ne s'allume pas du tout	321
Le téléviseur s'allume, mais il n'y a ni son ni image	322
Le téléviseur s'allume, mais seul le son fonctionne	322
Le téléviseur s'allume normalement (électriquement) mais présente d'autres dysfonctionnements	322
Vérification et réparation des circuits spécifiques	325
Vérification et réparation d'une carte de contrôle logique (T-Con).	326
Vérification et réparation d'une carte buffers d'adressage X	328
Vérification et réparation d'une carte Y-scan	329
Vérification et réparation d'une carte Y-buffers	334
Vérification et réparation d'une carte Z-sustain.....	340
Vérification et réparation d'une dalle plasma	344

Chapitre 11. RÉPARER LES CIRCUITS D'ALIMENTATION	347
Précautions de base	347
Caractéristiques principales d'une alimentation à découpage	348
Synoptique fonctionnel d'une alimentation à découpage	350
Exemple d'une alimentation de type externe	350
Alimentation intégrée à un appareil	351
Description du circuit primaire	351
Vérification du circuit primaire	358
Vérification des protections et du filtrage de la tension du réseau	359
Vérification des circuits de commande et de l'étage de puissance	359
Vérification du circuit secondaire d'une alimentation	361
Vérification des étages de redressement et de filtrage de sortie	362
Substitution d'une alimentation	365
Démontage des blocs d'alimentation externes	366
Annexe A. RECHERCHE DE DOCUMENTATION	369
Les documents utiles	369
Méthodes de recherche	371
Première recherche sur Internet.....	372
Recherches suivantes	372
Annexe B. RECHERCHE DE COMPOSANTS	375
Une recherche parfois difficile	375
Composants de base	375
Composants spécifiques.....	376
Cartes ou circuits assemblés complets	376
Récupération de composants	377
Où acheter les composants ?	377

Annexe C. RESSOURCES UTILES	379
Formation théorique	379
Traduction.....	379
Cours de vulgarisation électronique	379
Informations sur les appareils	379
Caractéristiques, tests et avis	379
Notices d'utilisation.....	379
Manuels de maintenance	380
Correspondance modèle-châssis	380
Matériel	380
Vente de composants et d'outillage.....	380
Liste de revendeurs de composants électroniques en région	380
Vente de produits chimiques	381
Identification et marquage des composants	381
Informations sur les composants	381
Fiches techniques.....	382
Appareils de mesure, logiciels et tutoriels	382
Forums techniques	382
Annexe D. GLOSSAIRE	383
INDEX	387



Avec quelques connaissances en électronique, il est généralement assez facile de réparer les appareils électroniques actuels. En effet, la majeure partie des pannes se produisent « là où ça chauffe », c'est-à-dire dans les circuits de puissance (alimentations électriques ou leurs circuits associés, étages d'amplification de puissance...).

Après plusieurs mois au cours desquels j'ai collecté les informations relatives aux réparations que j'effectuais, j'ai pu rédiger et faire paraître la première édition de cet ouvrage. Depuis, j'ai recueilli les réactions de lecteurs mais aussi celles de mon éditeur.

Étant bénévole et animateur dans plusieurs Repair Café (voir repaircafe.org/fr/), j'ai également consacré une plus grande part à la réparation des appareils qui nous sont apportés tels que le petit électroménager ou les appareils électroportatifs, qui de plus en plus intègrent une partie électronique sujette à des dysfonctionnements. Par ailleurs, les techniques évoluant, les appareils évoluent également, et les plus anciens disparaissent, surtout ceux qui présentaient des problèmes de fiabilité. De ce fait, certaines pannes se rencontrent moins souvent, mais de nouveaux dysfonctionnements se révèlent. Ainsi va le temps, on ne parle plus d'appareils à tubes (en électronique grand public) depuis longtemps, on parle de moins en moins d'écrans LCD (à rétroéclairage à lampes fluorescentes) mais d'écrans LED dont le rétroéclairage plus moderne, moins consommateur d'énergie, n'est pas pour autant à l'abri des pannes ; les appareils hi-fi à cassette paraissent antédiluviens à nos adolescents, tout comme les magnétoscopes VHS ou, pire, Bétamax – on parle maintenant d'appareils audio MP3, d'enceintes Bluetooth, d'enregistreurs vidéo sur disques durs ou cartes mémoire, etc.

Bref, les appareils évoluent, les pannes évoluent, les besoins de leurs propriétaires évoluent.

Ce qui évolue également, c'est l'intégration et la miniaturisation toujours galopante des appareils qui rendent leur réparation de plus en plus difficile sans remplacer la moitié de leurs éléments, pour un coût souvent (pour ne pas dire toujours !) prohibitif. Face à la recherche d'un coût toujours plus faible des appareils, le manque de documentation fournie par les fabricants, poste de coût important, rend encore plus difficiles les investigations. Il reste néanmoins bon nombre de situations où la réparation des appareils demeure possible, très souvent à faible coût matériel, mais au prix d'une recherche longue et fastidieuse parfois, qui rend cette activité passionnante pour qui à la fibre du « réparateur ».

Dans cette seconde édition, j'ai repris l'essentiel de la première version du livre tout en mettant à jour mes propos, notamment en tenant compte des évolutions des matériels mais aussi selon les suggestions de lecteurs qui m'ont été faites. Afin d'aérer l'ensemble, la description détaillée des composants que l'on peut trouver dans de nombreux ouvrages de débutants en électronique ou en consultant Internet se résume maintenant à un guide pour les reconnaître, les remplacer et se les procurer.

Parmi les critiques faites à ce livre, il m'a été reproché plusieurs fois de consacrer une part trop importante à la réparation des téléviseurs et écrans d'ordinateurs. Cette seconde édition leur consacre

toujours une quantité importante de pages car ces appareils sont complexes, coûteux, mais souvent facilement réparables. Ainsi, il est fréquemment plus facile de réparer un téléviseur qu'une chaîne hi-fi compacte en raison du manque de données techniques disponibles pour ces dernières obligeant le plus souvent à tâtonner. De plus, bon nombre de circuits présents dans d'autres appareils comme les moniteurs informatiques font partie des constituants d'un téléviseur. En lisant les chapitres 9 et 10 relatifs aux téléviseurs, on trouvera les trucs et astuces applicables à beaucoup d'autres appareils. Les chapitres dédiés aux écrans et téléviseurs restent donc volumineux, et tout ce qui a été dit précédemment reste valable ; seule la réparation des écrans à rétroéclairage LED s'est étoffée. Ces derniers, présentés comme la panacée en matière de fiabilité, sont cependant bien loin de tenir leurs promesses, mais se réparent facilement pour qui sait être minutieux. Suite à la demande grandissante, la réparation des autres types d'appareils est également apparue dans cette édition : je les ai donc ajoutés au sommaire de cet ouvrage, ainsi que la réparation des appareils d'éclairage à LED qui sont assez coûteux et d'une fiabilité parfois critiquable.

Pour tout amateur réparateur prévoyant, il convient tout d'abord de se constituer un bon espace de travail, équipé du matériel nécessaire (appareils de mesure, outils, logiciels...). Ce livre vous guidera dans cette tâche, en vous indiquant ce qui est indispensable, utile ou facultatif. Il faudra ensuite savoir identifier les différents blocs constitutifs des appareils, selon leurs catégories. Attention, cet ouvrage n'a pas la prétention d'être un recueil d'apprentissage de l'électronique : pas de mathématiques donc, mais juste ce qu'il faut de théorie simple sur le fonctionnement des différents circuits pour être en mesure de les réparer, tout cela restant à la portée de toute personne ayant des notions d'électricité.

Face à un appareil défectueux, vous devrez d'abord vous mettre à la recherche des informations indispensables (notice d'utilisation détaillée souvent perdue, manuel de service ou de dépannage, schémas...), avant d'explorer les forums spécialisés où chacun peut soumettre son problème ou faire partager son expérience. N'oubliez pas qu'il y a quelques années encore, il était quasiment impossible en l'absence d'Internet de réparer ces appareils, tellement la documentation les concernant était importante, complexe et souvent coûteuse à se procurer sous forme papier.

Discerner les types de pannes rencontrées et les localiser est une étape majeure où le flair est indispensable ; si la chance vous sourira parfois, ce seront surtout la persévérance et la réflexion qui se révéleront payantes.

À ce stade, il faudra parfois, avec regret mais réalisme, vous résigner à laisser cet appareil rejoindre les trop nombreux objets mis à la déchetterie. Je dis trop nombreux car justement peu d'entre nous sont à même de distinguer ceux qui sont réparables, auxquels il est envisageable d'accorder une deuxième vie, de ceux qui sont manifestement en bout de course ou dont la réparation serait trop compliquée, nécessitant des moyens hors de portée de l'amateur. Une autre raison conduisant à jeter un appareil est le coût des réparations assurées par un professionnel, très souvent dissuasif face à la baisse des prix du matériel neuf : dans la plupart des cas, le propriétaire préfère jeter l'éponge et se débarrasser de l'appareil défaillant dès la lecture du devis du réparateur, pour le plus grand bonheur de l'amateur friand de réparations qui y trouvera de l'intérêt.

Une fois la panne (a priori) localisée, il importe de repérer l'intrus, et bien souvent les intrus, c'est-à-dire les composants qui sont à l'origine du dysfonctionnement, ayant défailli soit d'eux-mêmes, soit entraînés par le voisin dans une destruction irréversible. S'il est facile de se constituer un minimum de stock de composants classiques de remplacement (condensateurs, diodes, transistors, résistances, etc.), il est en revanche impossible de disposer, à portée de main, de tous les circuits intégrés utilisés, qui de nos jours sont bien trop nombreux. De plus, ceux d'hier sont déjà dépassés par les circuits plus récents, c'est pourquoi se constituer un stock de ces circuits serait une mauvaise approche. Un

diagnostic précis et fiable s'impose donc avant d'acheter en remplacement une carte électronique coûteuse ou un circuit intégré difficile à dénicher. C'est le cœur même de ce livre, qui vous accompagnera dans l'établissement de ce diagnostic et vous aidera à déterminer la réparation appropriée.

Commence alors la recherche de la pièce neuve ou d'occasion. Cette fois encore, merci à Internet d'exister ! Imaginez sinon le nombre de courriers ou d'appels téléphoniques nécessaires pour trouver un revendeur en Angleterre, Allemagne, Pologne, Lituanie, Chine... car c'est rarement en France, malheureusement, que l'on peut se fournir en pièces détachées peu courantes.

Le moment fatidique arrive enfin ! Avec précaution et méthode, le ou les composants défectueux sont remplacés... Ultime vérification, première remise sous tension... Et toujours la petite angoisse de voir surgir la fumée ou d'entendre le « clac » ruinant tous les espoirs : voilà à nouveau les composants neufs détruits car un autre intrus se cachait, maléfisant, ne se contentant pas de provoquer la panne mais emportant les autres dans sa chute ! Alors, cette fois encore, il faudra être persévérant, méthodique, consciencieux et réfléchi pour ne pas retomber dans le piège. Mais soyons positifs, ce scénario est plutôt rare si l'on sait s'en prémunir par quelques précautions toutes simples.

Alors survient finalement le moment tant attendu de SATISFACTION ! Une image apparaît enfin sur l'écran du téléviseur, un son limpide s'échappe de la chaîne hi-fi ! Même si, après le petit moment bien mérité d'euphorie contemplative de son travail, il faut cependant s'assurer que l'appareil est réparé « pour de bon », je veux dire de façon complète, sûre et durable.

C'est ainsi que s'achève, presque à regret, le dépannage d'un appareil. Je dis à regret car si, comme moi, vous aimez les romans policiers, vous savez bien que le plus intéressant n'est pas de démasquer l'assassin et de le punir, mais plutôt de partir à sa recherche avec pour seuls outils son discernement, des indices toujours trop peu nombreux, des fausses pistes, un peu de chance et beaucoup de patience. L'aventure s'achève peut-être, mais peut-être pas car au moment de ranger son labo, c'est incroyable ce qu'on sort comme outils, composants, documentation, le tout se trouvant alors en vrac sur la table de travail.

Mais pour bien finaliser votre mission, pourquoi ne pas en partager les émotions avec les autres ? Tous à vos claviers, à vos forums, sur vos sites favoris, et si possible en bon français (pensez aux lecteurs puristes mais aussi aux étrangers déjà en difficulté face à notre langue complexe)... ou pourquoi pas en anglais ! Là, on vous pardonnera plus volontiers vos fautes, gratifiant l'effort que vous aurez fourni pour vous exprimer. C'est en effet souvent en langue anglaise que les forums les plus riches existent. Rappelez-vous que l'anglais technique est très facile : avec un peu d'habitude, on parvient à se faire comprendre aisément : si vous ne savez pas comment traduire en anglais votre propos, soyez plus simple, moins académique mais tout aussi explicite. Croyez-moi, ça marche avec un peu d'entraînement. Un exemple ? Si vous voulez dire : « j'ai consulté le schéma de l'appareil mais sans avoir la chance de trouver la partie qui m'intéressait, présentée comme une boîte noire », dites simplement : « Cette partie du schéma n'est pas dans la documentation ». Essayez de traduire les deux phrases, vous verrez. Vous pouvez même vous faire aider d'un traducteur automatique en ligne pour construire votre propos.

Autre chose, n'oubliez pas que la réparation des appareils n'est pas sans risque, qu'on ne réussit pas toujours et que parfois le remède est pire que le mal ! Il existe malheureusement des situations où la tentative de réparation se traduira par un échec lamentable et l'appareil restera ou deviendra (en cas de casse) définitivement irréparable. N'en faites pas un drame : j'ai eu de tels échecs, et j'en aurai encore, mais rappelez-vous que c'est ainsi que l'on apprend et se perfectionne.

Ah, encore un dernier conseil : votre premier réflexe doit être d'utiliser vos yeux et vos oreilles, votre odorat parfois, lors des premiers instants consacrés au diagnostic de la défaillance. En effet, une première observation visuelle vous livrera d'innombrables indices comme la déformation d'un condensateur, les traces de produits ayant coulé sur les circuits, les signes d'échauffement ou de brûlures, d'oxydation, d'arc électrique, etc. Avec l'oreille, vous entendrez les circuits d'alimentation souffrir parfois d'une surcharge ou d'un court-circuit. Oui, on les entend ! Un bruit anormal, un son provenant de l'alimentation réessayant sa mise en marche sans cesse... sont autant d'indices à prendre en compte. N'oublions pas non plus qu'une odeur de brûlé, précisément localisée, sera également un précieux indicateur de l'endroit qui a souffert. Avec un peu d'habitude, vous parviendrez aussi à reconnaître le son caractéristique d'une surchauffe (condensateur) ou d'un arc électrique se produisant dans un circuit.

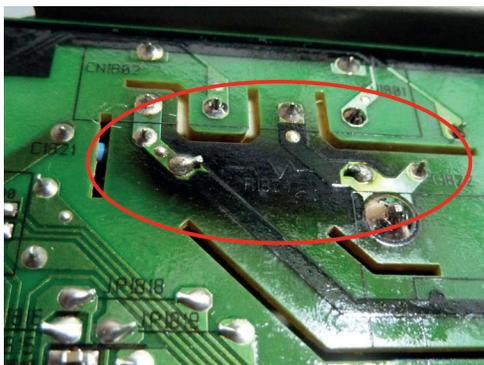


Figure 1. Traces de surchauffe sur le recto et le verso d'un circuit

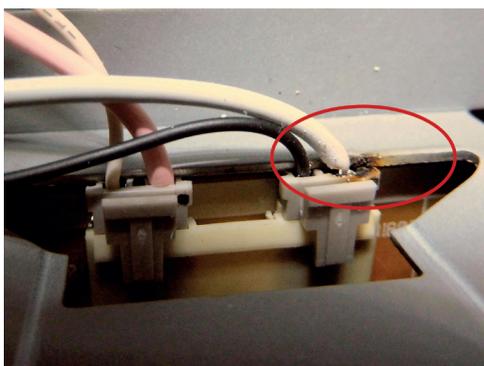
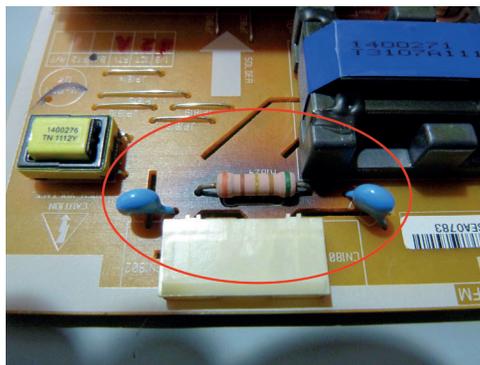


Figure 2. Présence d'un arc électrique



Figure 3. Traces de liquide ayant coulé sur le circuit d'un téléviseur

Pour ce premier contact avec un appareil défectueux, travaillez dans le silence et avec un bon éclairage.

Alors à vos labos, que votre recherche soit fructueuse, et bonne chance !

SÉCURITÉ ET PRÉVENTION

Je ne l'ai pas évoquée dans l'avant-propos de cet ouvrage, mais la sécurité est un sujet incontournable avant d'entreprendre une activité de réparation d'appareils électriques ou électroniques.

En effet, tout appareil électrique, même alimenté par piles ou batterie, peut présenter des dangers réels lors de sa manipulation par le dépanneur. De même, une fois débranché, un appareil électrique peut stocker encore pendant plusieurs minutes (parfois des heures) de l'énergie électrique qu'il faut donc savoir éliminer avant toute intervention. Par exemple, un ordinateur portable alimenté par une batterie de 15 ou 19 volts (tension non dangereuse) possède parfois des circuits générant plusieurs milliers de volts au niveau du rétroéclairage de son écran LCD ! Par ailleurs, l'intensité de décharge de la batterie peut provoquer des échauffements lors de courts-circuits non intentionnels, voire une explosion. Un téléviseur a lui aussi des circuits générant de la très haute tension à des valeurs létales. De plus, il est alimenté en général par la tension du secteur, c'est-à-dire 220 V, ce qui est donc très dangereux. Un lecteur de CD ou DVD possède quant à lui un laser dangereux pour les yeux. Il faut donc se prémunir contre les risques de choc électrique, brûlure ou blessure et, pour cela, un certain nombre de précautions élémentaires s'imposent. Nous allons les examiner.

Bien que moins fréquents, d'autres dangers sont aussi à considérer et doivent faire l'objet d'une attention particulière de la part du réparateur : blessures liées au démontage mécanique des appareils, au tranchant des tôles formant le châssis, à certains outillages et aux produits chimiques utilisés...

Ces risques existent dans toute activité de bricolage, mais encore plus en électronique.



N'oubliez jamais que rien ne peut remplacer votre attitude responsable en face du danger et sachez qu'il est impossible de l'éliminer totalement !

Prévention des dangers électriques

La manipulation d'appareils électroniques implique souvent, même pour ceux alimentés par piles ou batteries, des investigations au cœur des circuits. Ceux-ci sont alimentés par des tensions parfois élevées qui peuvent provoquer brûlures ou électrocution. Un simple choc électrique, inoffensif en lui-même, peut s'avérer fatal pour un cœur fatigué ou malade. Il convient donc d'être très prudent en la matière et de respecter un minimum des règles de sécurité, que ce soit dans l'établissement de l'espace de travail ou lors de la manipulation des appareils. Nous allons les passer en revue.

UNE ALIMENTATION ÉLECTRIQUE AUX NORMES

La première précaution à respecter au niveau de l'espace de travail dédié à la réparation des appareils électriques ou électroniques sera d'utiliser une alimentation électrique aux normes et surtout d'éviter les bricolages qui peuvent se révéler dangereux. En particulier, on devra s'assurer de disposer :

- d'une prise de terre efficace sur chaque prise ;
- d'un nombre suffisant de prises électriques (éviter ainsi les prises multiples et les rallonges) ;
- d'une protection par interrupteur ou disjoncteur différentiel (minimum 30 mA, voire 10 mA si possible) ;
- d'une protection par disjoncteur modulaire (16 A ou moins) ;
- d'un transformateur d'isolement (pas un autotransformateur qui n'isolerait pas du réseau électrique) pour certaines manipulations particulières que nous évoquerons ;
- d'un local non humide dans lequel vous disposerez d'une table de travail en matériau isolant et d'un sol non humide.

Concernant ces recommandations, je voudrais préciser un certain nombre de points.

- 1 Disposer d'un nombre de prises suffisant permet de se dispenser des prises multiples qui sont toujours source de problèmes. On a peu de raisons de devoir utiliser des appareils à forte consommation, donc peu de risques de surcharge des prises ; mais en évitant prises multiples et rallonges, on se pare aussi contre l'encombrement inutile du plan de travail.
- 2 La protection différentielle, si elle ne supprime pas les accidents, peut en limiter la portée : en effet, elle coupe l'alimentation électrique dès qu'un fil est touché, si le corps est en liaison avec une masse métallique mise à la terre (châssis d'un appareil par exemple ou le sol peu ou mal isolant). La faible intensité (30 ou 10 mA) évite que le corps ne soit choqué par une puissance trop importante et dangereuse. Mais attention, cette protection n'est pas toujours efficace, notamment pour les personnes cardiaques. De plus, le disjoncteur différentiel sera totalement inopérant si vous touchez simultanément les deux conducteurs (phase et neutre) de votre alimentation secteur 220 V, un disjoncteur ou interrupteur différentiel ne détectant que les écoulements de courant électrique vers la terre.
- 3 La protection par disjoncteur modulaire permet d'éviter la surcharge des prises, mais elle évitera également (au moins parfois) à vos appareils défectueux de subir des chocs électriques puissants trop longtemps, voire de priver toute votre habitation de courant électrique en faisant sauter le disjoncteur général.
- 4 Utiliser un transformateur d'isolement de qualité et puissance suffisantes pour le travail sur les alimentations permet de rendre flottante l'alimentation électrique de l'appareil sous examen, ce qui est indispensable pour le dépannage de la partie primaire du circuit des alimentations. Nous en parlerons plus longuement dans le chapitre 11 consacré à la réparation des alimentations.
- 5 Disposer d'une table de travail isolante (bois ou matériau plastique non électrostatique, genre Formica...) est indispensable pour écarter, durant les manipulations, les contacts intempestifs des éléments avec la terre car, bien entendu, si une table métallique devait être utilisée, elle devrait impérativement être reliée à la terre, à la fois pour une meilleure sécurité mais aussi pour éviter l'accumulation de charges électrostatiques dangereuses pour les circuits électroniques.

- 6 Le sol, quant à lui, s'il est isolant (linoléum, caoutchouc, parquet...) préservera le corps de tout contact, même imparfait avec la terre, par l'intermédiaire des pieds. On évitera carrelage ou ciment et, encore plus, tout sol humide comme la terre battue d'une cave, qui est à proscrire impérativement. Il est en effet peu recommandé mais peu dangereux de toucher par inadvertance un fil électrique (pas les deux) sous tension moyenne (220 V) si le corps est bien isolé de la terre (pensez aux oiseaux sur les fils électriques : ils se tiennent allègrement sur des fils parcourus par des courants et tensions élevés ; mais ils évitent en revanche tout contact simultané avec le poteau ou une branche d'arbre). Si le sol n'est pas isolant, on peut toujours y adjoindre un tapis isolant en caoutchouc ou linoléum ou porter des chaussures isolantes, mais surtout bannir tout local humide pour travailler sur des équipements reliés au secteur électrique.
- 7 Il est parfois recommandé d'utiliser des bracelets conducteurs de mise à la terre pour éviter l'accumulation d'électricité statique par le corps, ce qui pourrait provoquer la destruction de circuits, notamment des circuits intégrés. Autant je juge cette mesure indispensable dans un laboratoire ou lors de la manipulation des circuits en cours de fabrication ou d'assemblage, autant je la déconseille dans le cadre d'activités de réparation. En effet, les circuits sont suffisamment protégés par construction et dans leur environnement d'utilisation. Ces bracelets iraient à l'encontre des précautions mentionnées précédemment tendant à éviter la mise en liaison du corps avec la terre sans pour autant apporter un avantage au dépanneur. Je n'ai pour ma part jamais porté un tel bracelet et n'ai jamais eu de problème.



Une bonne précaution lors de la manipulation des circuits consiste à toucher le circuit imprimé d'une main et le composant concerné (tournevis ou autre élément à mettre en contact avec le circuit) de l'autre main, avant d'entreprendre réellement l'action envisagée. Cela aura pour conséquence de décharger en douceur les éventuelles charges électrostatiques présentes entre les circuits de l'appareil et l'élément à relier grâce à la résistance électrique élevée du corps humain. Il est bien entendu tout à fait déconseillé de changer des éléments ou connecter/déconnecter des liaisons intérieures à un appareil lorsqu'il est sous tension, à la fois pour la sécurité de l'intervenant, mais aussi pour éviter la destruction des circuits avoisinants.

PRÉVENTION DES CHOCS ÉLECTRIQUES INOPINÉS

Pour supprimer tout contact électrique involontaire du corps, le plus simple (à part de couper le courant) est de limiter au maximum les surfaces dangereuses susceptibles d'entrer en contact avec les mains ou bras de l'opérateur. C'est souvent par inadvertance que ces contacts inopinés et parfois dangereux surviennent (je cherche la pince et touche par mégarde les parties sous tension élevée de l'appareil lors du mouvement). Nombreux sont en effet les éléments métalliques comme les refroidisseurs en aluminium qui peuvent être sous tension élevée, notamment au niveau des circuits d'alimentation.

Une bonne précaution consiste à isoler temporairement l'accès aux parties sous tension élevée, à l'aide de couches de plastique (comme une couverture de cahier d'écolier) collées sur le circuit imprimé avec du ruban adhésif.



Figure 1-1. Protection d'une alimentation en cours de dépannage

Bien entendu, si l'on doit travailler sur les parties reliées au réseau électrique, cette précaution ne pourra être suivie ; dans ce cas, un bon réflexe est de mettre une main dans sa poche lorsqu'on approche une sonde de mesure ou un tournevis de réglage des parties sous tension. Cette précaution évitera que, en cas de contact accidentel de la main utilisée pour la manipulation, l'autre main puisse être en contact avec une partie non isolée et puisse ainsi engendrer une secousse électrique.



Certains appareils alimentés par piles ou batteries (petits téléviseurs, ordinateurs portables, appareils photographiques avec flash incorporé, flash électronique...) possèdent des circuits élévateurs de tension, générant plusieurs centaines voire milliers de volts. Ces tensions peuvent être dangereuses.

Il est aussi recommandé de porter des vêtements couvrant les bras et les jambes, suffisamment épais, et des chaussures isolantes. On peut également porter des gants isolants mais attention, s'ils sont trop fins (latex), ils risquent de se percer facilement, rendant l'utilisateur se croyant correctement protégé encore plus vulnérable. De plus, ils n'isolent pas des tensions élevées fréquentes, notamment dans les écrans LCD. Je reconnais que travailler avec des gants au niveau de la micro-électronique est utopique !

Par ailleurs, il est impératif de ne pas porter de bijoux aux mains, aux bras, encore moins au cou. Une simple bague, mise en contact avec une tension de 3,3 V sous plusieurs ampères, pourra s'échauffer en cas de court-circuit et, bien que la tension soit inoffensive, provoquer une forte brûlure. Que dire d'une chaîne de cou avec sa médaille, qui entrera en contact avec les circuits sous tension en se penchant au-dessus de l'appareil !



Toujours débrancher les appareils lors de leur manipulation ou du changement d'un composant soudé ou enfiché, bien penser à décharger les condensateurs qui peuvent avoir emmagasiné des tensions élevées et les conserver durant plusieurs minutes.

RÈGLES DE BASE

Afin de mettre toutes les chances de votre côté et éviter les accidents, il est indispensable de travailler dans un endroit possédant une installation électrique bien conçue et protégée (selon les normes en vigueur), non humide, sur une surface isolante suffisamment grande et bien rangée et surtout dans le calme.

La présence à proximité d'une autre personne est recommandée lorsqu'on opère sur des appareils présentant des risques d'électrocution, afin d'intervenir en cas d'accident. S'il s'agit d'une règle impérative de sécurité dans les entreprises industrielles ou de maintenance, rappelons aux amateurs que le travail d'une personne seule est proscrit, par sécurité.

Soyez prudent, méthodique et jamais trop sûr de vous, l'inattention coûte parfois très cher !

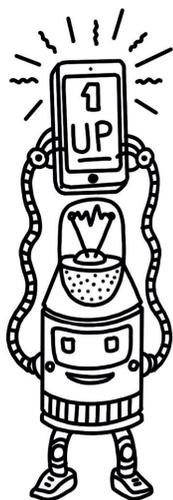
Prévention des autres dangers

Les autres dangers spécifiques à la réparation des appareils électroniques concernent essentiellement le soudage/dessoudage des composants et l'utilisation des produits chimiques lors du nettoyage ou décapage des circuits.

RISQUES DE BRÛLURES ET D'INCENDIE

L'outillage spécifique permettant de réaliser des soudures à l'étain est indispensable, nous y reviendrons dans le chapitre 2 consacré à l'équipement de l'espace de travail. Le démontage des composants à remplacer (ou à récupérer) requiert également d'utiliser des appareils de dessoudage.

Or, un fer à souder électrique ou, parfois, à gaz de briquet, génère une température de l'ordre de 300 à 400 °C selon la soudure employée. Inutile de dire qu'une telle température peut provoquer des brûlures importantes et profondes sur la peau humaine. Il faudra donc prendre garde à ne toucher ni les éléments chauds du fer à souder, ni les composants lors de leur soudure. De même, si la soudure concerne un élément à inertie thermique importante (blindage métallique par exemple), il faudra s'armer de patience et ne pas toucher trop rapidement, après l'opération de soudage, l'élément considéré mais également le circuit imprimé sur lequel il est soudé. Enfin, une bonne soudure nécessite un fer à souder en bon état et doté d'une panne propre. Son nettoyage à chaud, fréquemment nécessaire, devra être réalisé à l'aide d'une éponge mouillée ou dans un creuset rempli de laine d'acier, à l'exclusion de tout morceau de chiffon qui risquerait de brûler et qui, d'ailleurs, ne nettoierait pas correctement la panne du fer. Le fer à souder devant rester chaud durant toute l'opération de soudure, veillez à disposer d'un support permettant de le laisser au repos, les parties chaudes étant inaccessibles.



Les autres outillages présentant un danger lors des opérations de soudage/dessoudage sont les appareils à air chaud. En plus des parties chaudes qu'il faut bien entendu éviter, il faudra se méfier des jets d'air chaud (plusieurs centaines de degrés) sous pression et évidemment invisibles, qui peuvent facilement atteindre la peau lors des opérations.

Le contact des outils de soudure avec les plastiques environnants, voire avec des étiquettes en papier, sera proscrit : bien que le risque d'entrée en combustion soit faible, cette précaution évite d'abîmer parfois de façon irréversible un composant (connecteur par exemple) ou le précieux marquage existant sur une carte circuit imprimé, et cela empêche de plus l'émission d'une fumée souvent nocive (plastiques).

Ne laissez évidemment jamais un équipement de soudage/dessoudage sous tension (ou allumé s'il s'agit d'un fer à gaz) en votre absence : cela est inutile, consommateur d'énergie et surtout dangereux.

Des produits hautement inflammables sont fréquemment utilisés pour nettoyer ou décaper, acétone ou alcool isopropylique par exemple. Il faudra se méfier de ne pas provoquer d'arc électrique lors de leur utilisation. Même mis hors tension, rappelez-vous que les condensateurs peuvent conserver une charge électrique susceptible de provoquer des arcs en cas de court-circuit accidentel.



Pour éviter tout problème de sécurité ou tout problème de fonctionnement durant la manipulation d'un circuit, il est impératif de décharger les condensateurs (électrochimiques) de filtrage ou de maintien d'énergie des circuits d'alimentation des appareils. Pour ce faire, la méthode barbare consiste à court-circuiter les deux fils du condensateur avec la lame d'un tournevis isolé. C'est une mauvaise méthode car lors du court-circuit, le condensateur est traversé par une très forte intensité qui risque de détruire ses armatures. Pour éviter cela, il convient d'utiliser un élément capable d'absorber l'énergie emmagasinée par le condensateur de façon moins abrupte. Une résistance de valeur et puissance suffisantes ferait l'affaire, mais son utilisation n'est pas très pratique, une lampe à incandescence de 220 V-40 W, équipée de deux fils rigides isolés, fera parfaitement l'affaire. Il sera bon de vérifier au multimètre la décharge complète du condensateur.



Figure 1-2. Lampe à incandescence utilisée pour la décharge des condensateurs

Faut-il avoir un extincteur à proximité ? Pourquoi pas. Je me garderai bien de le déconseiller mais soyons honnêtes, les risques d'incendie important restent faibles. Un bon vieux chiffon en coton (dont on a besoin par ailleurs pour de multiples raisons) sera tout à fait approprié pour étouffer un départ de feu si un appareil venait à entrer en combustion.

RISQUES CHIMIQUES

Il va de soi que l'usage de produits chimiques présentant des dangers devra se faire avec la plus grande attention : a priori peu de produits très agressifs comme les acides sont utilisés, mais des produits hautement toxiques ou fortement inflammables sont fréquents. Ces produits peuvent aussi dégager des vapeurs nocives lors de leur échauffement par un fer à souder par exemple ou même si les choses tournent mal lors d'un essai infructueux ! On bannira, bien entendu, l'utilisation de produits dont l'usage est interdit par la législation comme le trichloréthylène.

Principaux produits toxiques au toucher ou par inhalation :

- peintures et vernis (protection des circuits imprimés) ;
- solvants (alcool, acétone, produit de nettoyage des contacts...) ;
- flux de soudure (lorsqu'il est chauffé) ;
- plastique surchauffé ou en combustion.

Évitez de respirer les vapeurs dégagées lors de leur utilisation ou d'une surchauffe accidentelle durant une réparation, et notamment au cours des soudures faites sous une loupe (miniaturisation oblige), contraignant le réparateur à rester très près de la source de dégagement toxique. Rappelons que la soudure en fil comporte une âme de flux découpant permettant de faciliter la soudure des éléments et dont les vapeurs sont toxiques.

La plupart de ces produits étant très inflammables, prudence donc. L'acétone utilisé pour nettoyer les circuits est, quant à lui, non seulement inflammable mais susceptible en plus d'altérer certains plastiques : à ne pas utiliser sans avoir fait au préalable un essai sur une partie non visible.



Ne travaillez jamais dans un local trop exigu et insuffisamment aéré. Les vapeurs et fumées issues de produits utilisés (parfois des appareils récalcitrants) doivent pouvoir rapidement se dissiper.

RISQUES DE BLESSURES

Le réparateur aura souvent besoin de démonter les appareils défectueux afin d'accéder aux éléments internes. Quelques précautions sont à prendre durant le démontage, notamment avec des appareils dont les boîtiers sont « clipsés » (ordinateurs, petits appareils divers, certains téléviseurs) car ces boîtiers sont difficiles à ouvrir parfois, surtout si on ne connaît pas la position des clips : risques de cassure du boîtier rendant les morceaux coupants, ou de pincement des doigts ! Un boîtier qui résiste c'est très énervant, il faut donc savoir calme et raison garder !

Une autre cause fréquente de blessures des mains est la manipulation des appareils ouverts munis de plaques ou d'équerres métalliques dont les bords, mal ébavurés, se révèlent souvent très blessants.

On se méfiera également des outils tranchants : cutters, pinces à dénuder, pince coupante qui, outre les possibilités de pincement, peuvent provoquer des coupures. Bien entendu, on n'utilisera jamais une lame de cutter à mains nues hors de son support. Même un tournevis peut se révéler dangereux s'il est utilisé à des fins telles que l'ouverture d'un boîtier récalcitrant. On évitera toujours d'avoir les mains ou le visage dans une zone probable d'accident (trajet prévisionnel du tournevis prenant la fuite par exemple !).

Pour toutes ces manipulations, il sera sage de passer une paire de gants de bricolage, parfois même de porter des lunettes de protection.



Rappelez-vous une règle essentielle : ne jamais travailler avec des outils inadaptés, dans un environnement mal ventilé, trop exigu ou mal rangé, la confusion rendant les risques plus importants.

Au sujet des lunettes, si vous avez la chance de ne pas en porter, des lunettes de protection peu coûteuses suffiront, gardez-les à portée de main si vous devez manipuler des produits ou matériaux susceptibles d'atteindre vos yeux. Vous les trouverez en grande surface de bricolage. En revanche, si vous portez des lunettes correctrices, gardez votre ancienne paire pour bricoler, cela vous évitera d'abîmer ou salir vos lunettes habituelles. Si vous portez des verres progressifs, la réparation exigeant une vision rapprochée des éléments constitutifs des appareils, une bonne astuce serait de vous faire faire des lunettes adaptées uniquement à la vision de près. À l'heure où j'écris ces lignes, vous pouvez vous procurer des lunettes adaptées à votre vision de près pour moins de 30 €. Ce faible coût vous évitera d'abîmer votre paire de lunettes de tous les jours, et surtout de vous tordre le cou pour adapter la position de votre tête à la vision de près avec des verres progressifs sur les appareils de grande taille.

