

# ecoprod



## WORKFLOW



GUIDE PRATIQUE À CONSULTER  
SUR [WWW.ECOPROD.COM](http://WWW.ECOPROD.COM)



L'évolution des TIC, Techniques de l'Information et de la Communication, a repoussé les limites des supports matériels en libérant du temps et de l'espace.

Devenu nomade et instantané, le workflow s'est métamorphosé, de l'acquisition des images et du son jusqu'à la diffusion.

Entre renouveau et réviviscence, cette impulsion du numérique est exaltante.

Pour autant, si le virtuel n'est pas palpable, il existe bel et bien matériellement à travers tous les équipements et leurs consommations qui génèrent pollutions, déchets et éléments toxiques.

A nouveaux outils et concepts, nouvelles méthodes et savoir-faire !

Ce guide vous aidera à tirer le meilleur parti du numérique, sans alourdir l'empreinte écologique du secteur.

## SOMMAIRE

### TOURNAGE & MOYENS TECHNIQUES

- p. 4 Image
- p. 5 Son
- p. 6 Piles, batteries & accumulateurs
- p. 9 Supports numériques
- p. 9 Le DIT
- p. 10 Écoconception

### POST-PRODUCTION

- p. 12 Workflow
- p. 14 Équipement informatique
- p. 17 Hébergement et Cloud computing
- p. 18 Salles de serveurs et Data centers
- p. 21 Diffusion
- p. 22 Normes européennes



# 1

---

## TOURNAGE & MOYENS TECHNIQUES

---

### DE L'ANALOGIQUE AU NUMÉRIQUE

Qui dit numérique dit dématérialisation et donc disparition des bandes magnétiques. Volumineuses, lourdes, fragiles, leur fabrication est polluante, leurs déchets toxiques et difficiles à recycler. Sans compter les contraintes logistiques qu'elles amènent sur le film : transferts aller/ retour vers le labo, avec risques et perte de temps. Le numérique a l'avantage d'être miniaturisé, léger, facile à dupliquer ou partager via le Cloud, facilement contrôlable et rapide à étalonner malgré la complexité des formats. Cependant,

ces équipements requièrent souvent des composants toxiques ou rares, des matières délicates à exploiter, sans oublier l'énergie pour leur fonctionnement. Les fichiers sont créés, transportés et stockés, mais même 'dématérialisés', ils ont simplement changé de support, avec des impacts différents. La clef des tournages en 'data' est désormais d'intégrer dès l'amont les contraintes aval du montage et de la postproduction, afin d'harmoniser les étapes que va suivre le fichier.

## LES CAMÉRAS NUMÉRIQUES

*Des RAW aux mini-caméras, le choix du modèle est un compromis entre la qualité de l'image souhaitée et les conditions de tournage, et le format offert reste un critère majeur. Quid de l'environnement ?*

- ✱ Les caméras récentes distribuées sur le marché européen sont de plus en plus **éco-conçues**, grâce aux diverses **règlementations** mises en place. (voir page 22)
- ✱ Cependant, leur obsolescence est accélérée par l'**innovation** qui renouvelle les modèles avant même que les appareils soient hors d'usage. C'est pourquoi elles sont généralement louées à des prestataires, qui les revendent ou les donnent à des écoles.
- ✱ Leur **perfectionnement** offre des définitions toujours plus élevées, des cadences très accélérées, ce qui multiplie le nombre de pixels. Résultat, la capacité des contenants augmente d'autant, ce qui se répercute sur le workflow et exige une **bonne gestion** du transfert et du stockage des données (.RAW .ARI .R3D .MXF etc.)
- ✱ **Réutilisables** jusqu'à 10 000 cycles sans perte de qualité, les disques durs flash ou cartes mémoire des caméras diminuent les coûts de matériel et les déchets.
- ✱ Les caméras numériques ne consomment pas vraiment moins d'**énergie** que les analogiques, à cause de la rapidité des processeurs, sauf dans le cas des DSLR ou minis-caméras.
- ✱ Lorsque les caméras restent **inutilisées** un long moment, et si cela est possible, penser à les mettre en veille entre les prises de vue ou à les éteindre, afin d'économiser la batterie. Il suffit de réinjecter le Time Code après l'extinction.
- ✱ Enfin, éviter de faire tourner la caméra de longues minutes pour rien, car les fichiers enregistrés seront très **lourds**, et donc plus difficiles à gérer.

## L'ENTRETIEN

- ✱ Pour nettoyer les surfaces optiques au quotidien, les nouvelles **microfibres** sont efficaces, chaque relief de tissu correspond à un usage. A tester, sèche ou humide (à l'eau, détergent inutile).
- ✱ Des produits d'essuyage **papier** ou en tissé performants sont fabriqués dans le respect de l'environnement.
- ✱ Opter pour des aérosols de gaz dépoussiérants écologiques, veiller à ce qu'ils soient sans **CFC, HFC ni HCFC** (règlementés en Europe).
- ✱ Jeter les **aérosols** et autres contenants dans une poubelle appropriée, quitte à les rapporter de l'étranger !
- ✱ Pour retirer les restes de colle et d'adhésif sur les appareils à coque plastique, tout dépend de la colle, de son âge et du support. Les **solvants dégraissants végétaux**, à base d'essences naturelles et siglés d'un écolabel sont très efficaces.

### LE SAVIEZ-VOUS ?

- Une vidéo d'une heure en HD, non compressée, pèse plus de 560 Go.
- Une vidéo d'une heure en 4k, non compressée, pèse plus de 1,5 To.

## LES MICROS, ÉMETTEURS ET RÉCEPTEURS

- ✱ La fabrication des appareils électroniques entrant sur le marché européen est encadrée par la **réglementation sur l'écoconception**, afin de limiter leurs impacts. (voir page 22)
- ✱ Ces appareils sont **fabriqués pour durer** : en moyenne 5 à 8 ans s'écoulent entre deux réelles innovations qui nécessitent leur renouvellement.
- ✱ Techniquement, les micros HF peuvent durer plus longtemps encore et avoir ainsi une **deuxième vie**, dans les pays étrangers où la législation permet de disposer des fréquences.
- ✱ La **miniaturisation** des émetteurs a atteint la taille minimale, compte tenu des piles qui occupent le plus grand volume.
- ✱ Suivant les conditions de captation, un micro perche peut être branché directement sur un **enregistreur digital**, rendant la mixette inutile.
- ✱ Les microphones à sortie numérique requièrent plus de **puissance** électrique, l'émetteur nécessite donc plus de piles ou d'accumulateurs, ce qui peut le rendre plus lourd, plus encombrant, et donc moins facile à cacher.

## ECONOMISER L'ÉNERGIE

- ✱ Sur les émetteurs HF analogiques encore très utilisés, les piles sont souvent renouvelées afin de garantir leur puissance et leur fiabilité. Elles sont jetées alors qu'elles contiennent encore beaucoup d'énergie, perdue même en cas de recyclage. Il est donc recommandé de les **utiliser jusqu'à leur fin de charge**, en les rapportant au bureau ou à la maison, etc.
- ✱ L'idéal est d'opter pour des piles **rechargeables** compatibles (Voir le chapitre "Piles, batteries & accumulateurs").
- ✱ Mettre les appareils **en veille** entre les prises de son, ou les éteindre si possible.
- ✱ Les écrans de contrôle des appareils sont passés à la technologie LED et peuvent se mettre en veille automatiquement, sinon baisser **l'intensité** après un délai sans utilisation.
- ✱ Si la mixette est équipée, on peut régler son **alimentation fantôme** en adaptant le voltage en fonction des micros utilisés, ceci économise les batteries.

### LE SAVIEZ-VOUS ?

→ Afin d'étouffer les bruits de pas, une astuce pour économiser la moquette sur tout le plateau consiste à coller des talonnettes de mousse directement sous les chaussures des acteurs et des collaborateurs. On peut aussi réutiliser la moquette du sondier sur un autre tournage. Et si un parquet grince, il suffit de l'humidifier !

## LES ACCUMULATEURS, LE SYSTÈME D'ALIMENTATION

*Le principal impact environnemental d'une pile jetable est l'extraction et le raffinage des minéraux la constituant, pour n'être utilisée qu'une fois ! Les piles rechargeables (accumulateurs) sont devenues très performantes et extraordinairement économiques. En effet, il suffit souvent d'un seul tournage pour amortir l'investissement du chargeur avec ses batteries. Tout dépend néanmoins des circonstances de tournage ; la difficulté tient de l'organisation rigoureuse que cela implique.*

- \* En s'équipant de **plusieurs jeux d'accumulateurs**, on n'est jamais pris de court, car la plupart se rechargent très rapidement. Tout est question d'organisation et de réflexes, comme bien les séparer suivant leur charge et les brancher la nuit pour le lendemain.
- \* Privilégier des accumulateurs dont **la qualité et la capacité sont adaptées à l'usage prévu**. Bon à savoir : plus un accumulateur est puissant, plus vite il s'usera, avec une baisse de performance et du nombre de cycles de recharge. A titre d'exemple, les accus NiMH (80 Wh/kg) peuvent être rechargés environ 1000 fois, mais ont moins de capacité que les Li-Ion (150 Wh/kg), plus chers et qui dureront env. 600 charges, eux-mêmes supplantés par les Li-Po, mais qui sont plus sensibles et instables.
- \* Attention néanmoins avec les accumulateurs LRo6, ils sont parfois moins performants avec certains émetteurs HF, car la tension est plus basse. **Les loueurs** sauront vous aiguiller, et leurs tarifs, à qualité égale, sont compétitifs.
- \* Ne pas oublier que les performances dépendent des **conditions d'utilisation** (consommation, température...), ou s'équiper d'un testeur de batterie.
- \* Pour les lieux de tournage difficiles d'accès, des blocs de **batteries rechargeables à forte capacité** apportent l'énergie nécessaire, évitant des groupes électrogènes hélitreuillés.
- \* L'utilisation d'un **système d'alimentation centralisé** branché sur secteur et/ou bloc de grosses batteries, ou sur générateur solaire, pour les consoles de mixage et enregistreurs basse tension, évite la multiplication de piles et batteries et dure plus longtemps.
- \* Si l'alimentation du tournage se fait via un groupe électrogène, l'alternative d'un branchement sur secteur ou mieux, sur **chargeurs solaires** (sous des climats propices), évite les émissions de CO2 et réduit la facture énergétique.
- \* Attention aux technologies et aux puissances des batteries pour pouvoir prendre **l'avion** ! Notamment les Li-Ion, à cause des normes IATA qui, suivant leur taille, acceptent en cabine celles intégrées à un appareil et limitent les batteries de recharge et chargeurs externes, et les interdisent en soute. → [www.iata.org](http://www.iata.org)

**Dans tous les cas, rapporter impérativement les piles et accumulateurs en fin de vie au vendeur ou au loueur.**



Le moindre tournage de long métrage peut nécessiter pour la prise de son 400 à 1000 piles qui sont jetées, encore chargées. Il suffit de 40 à 80 accumulateurs pour les remplacer !

## LE RECYCLAGE DES PILES, BATTERIES ET ACCUMULATEURS

*Aujourd'hui, près de 45% des piles et batteries portables mises sur le marché sont recyclées, ce sont des déchets dangereux pour l'environnement et donc la santé humaine. L'intérêt de recycler ces produits est de récupérer des métaux contenus dans les piles et/ou batteries comme le Zinc, le Manganèse, le Nickel, Le Cobalt... Il existe 3 techniques de valorisation :*

✱ **la pyrométallurgie** est utilisée pour la majorité des piles et accumulateurs. Les piles alcalines et salines ou les batteries NiMH sont traitées directement dans un four à 1500°C. On joue sur les différentes températures de fusion et d'évaporation des métaux, afin de récupérer des alliages métalliques comme des ferromanganèses, ou bien des oxydes de zinc qui sont directement réutilisés dans l'industrie des inox, de la galvanisation et autres. Le taux de recyclage par ce procédé est de l'ordre de 65-70% ;

✱ **l'hydrométallurgie** concerne également les piles alcalines et salines ainsi que les piles et batteries lithium ou les batteries NiMH. Diverses étapes de broyage, attaque acide ou basique ;

séparation, tri etc. permettent de récupérer le zinc, le manganèse et le mercure. Contrairement à la pyrométallurgie, cette technique utilise moins d'énergie mais plus de réactifs. Les taux de recyclage sont également un peu plus faibles, de l'ordre de 55/60%. Les piles Lithium inorganique ou métal doivent être, après décharge complète, broyées sous atmosphère contrôlée ;

✱ **la pyrolyse/distillation** est réservée aux piles bouton, aux batteries NiCd et NiMH et consiste en la distillation de celles-ci. Après un passage dans un four à 500°C puis à 900°C, on peut récupérer les différents résidus métalliques pour les réintroduire dans la production.

## TROP DE GAFFER !

Pratique, il se déchire facilement et se colle partout, au point d'en consommer plusieurs rouleaux sur un long métrage. Quelques idées pour éviter de l'utiliser à outrance :

- ✱ le velcro rigide à microbilles permet d'accrocher rapidement les accessoires, les cadres... Tout comme les sandows auto-coinceurs ;
- ✱ il y a également le velcro autocollant ou les rilsans, pour certains attachages, ou plus simplement, penser à récupérer des collants de femme, des chambres à air de vélo...

- ✱ pour faire les marques au sol, se servir de craies ;
- ✱ coller les sacs-poubelles avec plusieurs petits morceaux de ruban adhésif, pas sur toute la longueur ;
- ✱ prévoir du scotch normal pour les autres collages – par exemple pour accrocher les feuilles de papier au mur.

# LES DIVERS ACCUMULATEURS

## TYPE D'ACCUMULATEUR

	NIMH (NICKEL METAL HYDRIDE)	LI-ION (LITHIUM ION)	LI-PO (LITHIUM POLYMER)
<b>DENSITÉ ÉNERGÉTIQUE (WH/KG)</b>	60 - 110	150 - 190	100 - 140
<b>TENSION NOMINALE (V)</b>	1,2	3,6	3,7
<b>NOMBRE DE CYCLES CHARGE/ DÉCHARGE AVANT QUE LA CAPACITÉ NE BAISSÉ À 80 %</b>	300-500	500 - 1000	200 - 300
<b>TEMPS DE CHARGE (H)</b>	2 à 4	2 à 4	2 à 4
<b>AVANTAGES</b>	Simple à stocker et à transporter. Plus sûr en cas de surchauffe.	Grande capacité de stockage dans un faible volume avec un faible poids. Vieillit bien.	Variante de la technologie Li-ion, un peu moins dangereuse. Grande variété de formats.
<b>INCONVÉNIENTS (RISQUES / COMPOSANTS)</b>	Rapport poids peu avantageux. Nickel, terres rares	Interdites en avion Explosion et incendie Cobalt, nickel	Incendie Cobalt, nickel



## LES SUPPORTS NUMÉRIQUES

*Les modèles de supports numériques comme les disques durs sont améliorés en permanence, avec des mémoires flash, des fonctions multimédia wi-fi, NAS... En version hybride, ils réunissent des qualités de capacité, de performance, de connectivité et de fiabilité.*

*C'est l'usage principal, dynamique ou d'archivage, qui détermine les critères de choix du support : durabilité, nombre de cycles d'écriture/effacement (selon la qualité de fabrication des cellules) et consommation d'énergie. Quelques bonnes pratiques :*

- ✱ en règle générale, **bien gérer les disques durs**/stockage flash/HD/SSD/SSHD des double ou triple back-up, afin de pouvoir les réutiliser pour un prochain tournage;
- ✱ **éviter de remplir à 100%**, les cartes ou disques durs des caméras numériques, car il existe un risque que le disque trop chargé/forcé s'use plus vite;
- ✱ **louer des disques durs** pour faire les navettes, au lieu de les acheter, réduit les coûts et permet de bénéficier des derniers modèles performants, sans les stocker à chaque fin de production. Ceci est d'autant plus pertinent qu'ils ne sont jamais utilisés au niveau de leurs capacités, ce qui du coup, rallonge leur durée de vie;
- ✱ enfin et surtout, établir **des règles pratiques**, partagées de tous, pour nommer les fichiers afin de les retrouver facilement et d'éviter les risques de confusion.

(voir tableau page 13)

## LE DIT

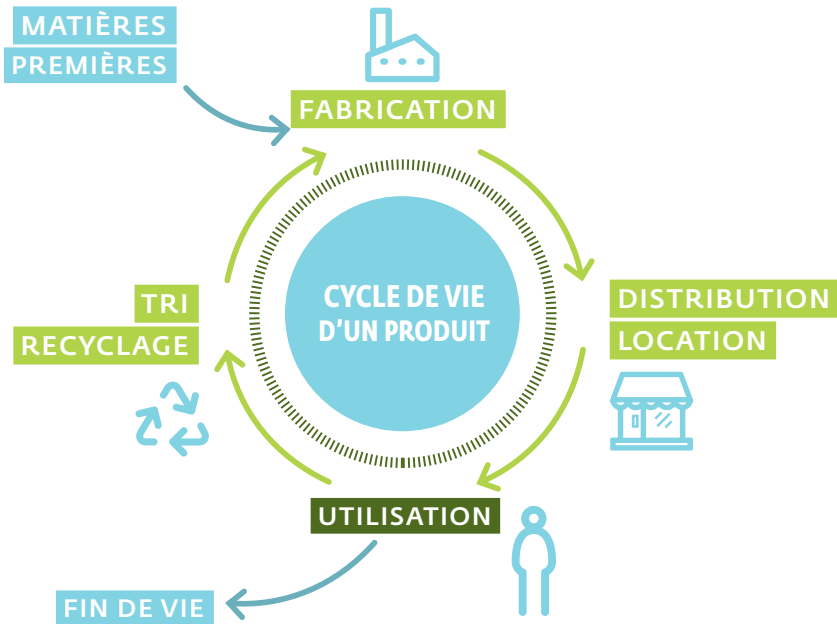
Doté à la fois d'une organisation rigoureuse et d'un regard d'esthète, le Technicien en Imagerie Numérique (**DIT, Digital Imaging Technician**) centralise toutes les informations artistiques et techniques pour conseiller le directeur de la photographie et la production sur le workflow idéal à employer en accord avec la post production. Il assure quatre fonctions majeures :

- ✱ le conseil pour la mise en place d'un workflow efficace;
- ✱ le contrôle du signal vidéo, le calibrage des caméras numériques et des moniteurs;
- ✱ l'étalonnage des images;
- ✱ la sécurisation temporaire ou définitive des données numériques, l'envoi des rushes au laboratoire.

**Le DIT on set** est focalisé sur la vision, il travaille sur le plateau avec l'équipe caméra; **le DIT data** est concentré sur le traitement des rushes, il opère avec le laboratoire et sur la post production; **le Data manager** travaille sur la gestion des données et prend en charge le traitement des rushes; **le Data wrangler ou loader numérique**, est en charge du transfert des rushes du support primaire vers le secondaire.

**Association française des DIT** → [www.a-dit.com](http://www.a-dit.com)

# L'ÉCO-CONCEPTION DES ÉQUIPEMENTS



## LE CYCLE DE VIE DU PRODUIT

Chaque étape du cycle de vie du produit nécessite de l'énergie, de l'eau, des matériaux, des solvants, et génère diverses pollutions et des déchets. L'écoconception étudie comment réduire ces impacts négatifs dès la conception du produit.

## APPAREILS ÉCOCONÇUS

L'écoconception est un outil visant à réduire les impacts sur l'environnement d'un produit, dès sa conception. Pour cela, on analyse le cycle de vie du produit, "du berceau à la tombe", afin d'identifier les points faibles et les marges de manœuvre. Les fabricants et distributeurs européens sont encouragés par des normes et des soutiens techniques afin d'améliorer leurs pratiques. Cependant, la période de vie "utilisation" dépend de l'utilisateur et de son attitude !

Par exemple : faire durer longtemps un appareil ou un ordinateur compense les impacts liés à sa fabrication et à son recyclage.



# 2

---

## POST PRODUCTION

---

### POST PRODUCTION

Le passage au numérique simplifie le traitement des images et facilite leur partage, en donnant à la post-production la possibilité d'intervenir plus rapidement, dès le tournage même. De plus, la diversité des applications et leurs outils apportent davantage d'efficacité et ouvrent le champ des

possibles, permettant à la créativité de s'exprimer en quelques manipulations. Afin de coordonner les visions de tous et de déterminer le chemin que devront parcourir les rushes, la postproduction commence désormais via des réunions de workflow, dès la phase de pré-production du film.

## LA GESTION DES FICHIERS

*La dématérialisation des images et du son appelle de nouvelles pratiques, notamment une rigueur sans faille sur la sécurisation des fichiers, dans le respect des contrats d'assurance du film. L'intégrité des fichiers lors des duplications évite les erreurs sur l'ensemble du workflow.*

*La bonne gestion de ces fichiers, identification, classement, transfert, duplication, destruction..., est la clé d'un film réussi, techniquement, humainement, mais aussi de son empreinte environnementale !*

- ✱ Prévoir dès l'amont l'**organisation du travail** et la méthode de transfert et d'archivage des fichiers numériques. Outre la fluidité ressentie durant l'élaboration du film, cela limite les gaspillages d'espace et de transfert inutile de données.
- ✱ **Le DIT ou le Data manager** est un soutien précieux pour organiser ces flux numériques et leur conformité, et les sécuriser depuis les caméras jusqu'au diffuseur en passant par le labo, ainsi que pour le stockage et l'archivage des fichiers.
- ✱ **Les supports numériques** permettent d'adopter un système avantageux de duplication et de sauvegarde (vitesse d'écriture et de lecture, volume important...), pour les dérushage, backup et montage. Actuellement, le choix d'un disque dur en RAID ou SSD reste la meilleure des alternatives pour le court terme, et le stockage LTO pour le long terme.
- ✱ Toujours s'assurer du haut **niveau de sécurité et de fiabilité** du support de sauvegarde utilisé.
- ✱ Sur certains tournages, un van en **station mobile équipée** permet d'assurer une partie du workflow, comme la couleur, du plateau à l'étalonnage final. Outre les avantages pour un travail d'équipe rapide, cela évite les transferts de fichiers.
- ✱ Pour éviter d'envoyer des disques durs : **travailler en ligne** via Internet sur serveur FTP pour le suivi et la validation du montage sur des images compressées est un gain de temps et de déplacements.
- ✱ **Penser au poids** : le transfert des données impacte bien plus que leur stockage. Un fichier natif en résolution maximale sera compressé pour être transféré via Dropbox, Google Drive, sur FTP ou en privé sur Vimeo ou Youtube.
- ✱ Ainsi, mieux vaut téléverser les dailies et rushes en **basse définition**, indexés par MAM (Media Asset Management), pour gagner du temps, de l'énergie et de l'espace à toutes les étapes. Ils deviennent des versions de validation et de lecture, qui peuvent recevoir des annotations.
- ✱ Pour le **travail à distance**, des logiciels et applications facilitent le travail collaboratif en simultané. Les portables sont équipés de caméras et micros qui permettent de dialoguer avec des postes fixes équipés.
- ✱ Une fois le film achevé, **bien trier les fichiers** stockés sur serveur et détruire ceux qui sont devenus inutiles, afin d'en réduire le poids total et de libérer des disques durs. Penser à garder au moins un DCP (Digital Cinema Package), et idéalement les rushes ayant servi à la fabrication du master.
- ✱ **L'archivage** le moins impactant pour l'environnement est un archivage sur un **support inerte** : bande, disque (DVD, BlueRay, etc.).
- ✱ Les unités de stockages actives basées sur des serveurs ne peuvent être considérées comme des unités d'archivage pérennes, à cause des **garanties matériels constructeurs** limitées à quelques années.

# LE FLUX DES FICHIERS DANS LE WORKFLOW ||||||||||||||||||||

ÉTAPE (du tournage à l'archivage)	SUPPORTS USUELS (physique, en ligne..)	FORMAT DE FICHIER / INTÉRÊT (natif, compressé..)
<b>TOURNAGE DAILIES RUSHES</b>	Support fiable et pérenne : disques durs sécurisés et Serveur RAID Support primaire : cartes de stockage Flash	Permet de préserver des rushes natifs Vérifier l'intégrité des fichiers Faire un premier contrôle qualité des rushes A conserver si besoin Doubler les sauvegardes sur deux supports séparés
<b>BACK-UP</b>	Cartes de stockage Flash	Sécuriser les images du tournage au fur et à mesure sur disque HDD provenant des cartes de stockage flash
<b>SAUVEGARDE</b>	Support secondaire intermédiaire (DVD, Blue Ray...), disque de sauvegarde HDD	Assurer une double ou une triple copie des rushes afin de minimiser les accidents matériels. Ne jamais faire voyager ensemble ni stocker dans un même lieu toutes les copies de rushes !
<b>ALLERS-RETOURS LABO</b>	Disques navettes HDD Possédant les principaux ports de connexion (FireWire800, eSata, USB3, Thunderbolt...) Doivent impérativement voyager dans des flights cases de protection.	Faciliter la transmission des données et leur sécurisation Archiver les rushes sur support bande LTO et sur serveur sécurisé au sein du labo tout au long du tournage, ce sont les "négatifs numériques"
<b>FORMATAGE</b>	Supports primaires (cartes de stockage flash) pour réenregistrement et disques navettes HDD pour réutilisation	Permettre à un nombre limité de cartes d'effectuer des roulements
<b>MONTAGE/ ÉTALONNAGE FINAL</b>	Disques navettes contenant les dailies en format MXF ou DNX Les images de référence stockées permettent un récapitulatif des volontés de prises de vues	Permettre au monteur de monter au fur et à mesure le film Permet à l'étalonneur et au directeur de la photographie de conserver un visuel Archivage sur une cartouche informatique de type LTO
<b>VERSION ACHEVÉE POUR BROADCAST</b>	Cartes de stockage Flash	Télétransmission via réseau ou upload des rushes sur serveur de fichiers
<b>ARCHIVAGE</b>	Tiers archiveur sur serveur ou en interne sur support inerte (disque physique ou cartouche numérique)	Permet de pérenniser le film via l'utilisation d'un cloud ou stockage sur support inerte

# ÉQUIPEMENT INFORMATIQUE

## MACHINES :

### ORDINATEURS, SERVEURS...

*Le principal impact sur l'environnement des technologies numériques vient de l'équipement, tout au long de son cycle de vie. Toutes les étapes de vie d'un équipement de TIC ont de nombreuses conséquences sur la nature, mais aussi sur la santé humaine : extraction de matières premières et ressources rares ou délicates à travailler, traitement énergivore et polluant des métaux et plastiques, "énergie grise" de la fabrication des appareils, puis phase d'utilisation et enfin, des déchets à multicomposants, toxiques ou complexes à recycler ou à éliminer... Outre les enjeux écologiques et sanitaires, l'économie et la géopolitique globale sont directement concernées.*

### BILAN ÉCOLOGIQUE DES TIC

Impacts environnementaux les plus significatifs durant le cycle de vie d'un ordinateur, d'une tablette ou d'un petit serveur :

- ✱ **La fabrication** : la conception et les techniques de production des composants, principalement la carte mère et les autres circuits imprimés, l'écran intégré, l'alimentation, la batterie et le disque dur  
→ **impacts** : appauvrissement des ressources, eutrophisation, appauvrissement de la couche d'ozone, changement climatique, toxicité pour l'homme.
- ✱ **L'utilisation** : la consommation d'énergie des divers composants de l'ordinateur  
→ **impacts** : changement climatique, acidification de l'air et formation d'ozone troposphérique.

*Il est crucial d'utiliser au mieux tous ces équipements : en allongeant leur durée de vie, en partageant leur usage, en leur donnant plusieurs vies grâce au remanufacturing, et enfin seulement, au recyclage.*

- ✱ Il existe des machines fabriquées à partir d'éléments recyclés, **reconditionnés** et montées en puissance afin de répondre aux exigences.
- ✱ Dans le neuf, penser dès l'achat à des **modèles upgradables, démontables, évolutifs**, avec une longue garantie. Pistez les produits éco-labellisés !
- ✱ Dans tous les cas, les **faire durer** le plus longtemps possible, en les réparant et les upgradant quand nécessaire.
- ✱ Au moment de s'en séparer, **les revendre ou les donner** s'ils fonctionnent encore.
- ✱ Sinon, le fournisseur les reprend gracieusement afin de les confier à un **éco-organisme agréé** par l'Etat, qui supervisera le traitement de ses déchets suivant la bonne filière de recyclage, via des prestataires spécialisés.
- ✱ Louer à l'année en **produit-service** les machines nécessaires, ou des salles équipées, dédiées à la postproduction vidéo et audio.
- ✱ Demander à ses fournisseurs (matériel, service, hébergeur...) quelle est leur **politique environnementale** pour leurs équipements, et porter cette exigence dans le cahier des charges de l'accord contracté avec eux.

## TRAITEMENT DES DEEE :

L'objectif, à chaque étape, est de favoriser la meilleure réutilisation de chaque pièce, avant d'en recycler la matière, de la valoriser (énergie) ou de la détruire in fine, et également d'éliminer les composants toxiques :

- \* les appareils jetés sont dans un premier temps **testés**, suivant le prestataire, pour les réutiliser directement s'ils fonctionnent encore, en les réparant et en les upgradant ;
- \* sinon, les techniques sont très variées, mais généralement, ils sont **démantelés** manuellement afin d'extraire délicatement les pièces, ou bien ils sont passés dans des tambours rotatifs afin de séparer les principaux ensembles constitutifs ;
- \* un **tri** manuel sélectionne les sous-éléments réutilisables ;
- \* puis, la suite du tri des matériaux est automatisée, avec une **séparation** électromagnétique pour les métaux ferreux, et des machines à rayon optique, flottation ou autre, pour reconnaître les variétés de plastiques et autres composants éventuels ;
- \* les différents matériaux identifiés et récupérés sont **recyclés** afin de réintégrer la chaîne de fabrication, les autres seront **éliminés** suivant leur type.



En France, l'éco-organisme Ecologic orchestre la filière de recyclage des

équipements électriques et électroniques professionnels tels que les caméras et les ordinateurs.



### L'Écolabel Européen

Produits plus respectueux de l'environnement

→ [www.ecolabels.fr](http://www.ecolabels.fr)



### EPEAT

Electronic Product Environmental Assessment Tool  
Eco-conception des produits informatiques

→ [www.epeat.net](http://www.epeat.net)



### TCO Development

Efficacité énergétique du matériel informatique

→ <http://tcodevelopment.com>



### ENERGY STAR

Appareils économes en énergie

→ [www.eu-energystar.org](http://www.eu-energystar.org)



### 80 PLUS

Efficacité énergétique des alimentations

→ <https://plugloadsolutions.com>



### L'étiquette ENERGIE

Performance énergétique du produit



### Norme ISO 50001

Systèmes de management de l'énergie

→ [www.iso.org](http://www.iso.org)



### EECS European Energy

Certificate System

### RECS Renewable Energy

Certificate  
Electricité issue d'origine renouvelable

→ [www.recs.org](http://www.recs.org)

La RTO30, recommandation technique de la FICAM, de la CST et de l'ANC, décrit les pratiques et outils propres à la "Sécurisation des données numériques en cours de tournage et de postproduction, sauvegarde et conservation à court terme".

→ [www.cst.fr](http://www.cst.fr)

## APPLICATIONS :

- Très énergivores à la base, les diverses machines consommeront plus ou moins suivant **la façon dont on les gère**, ainsi que les applications, le poids des fichiers, les transferts, etc.
- La plupart des derniers systèmes d'exploitation offrent des **fonctionnalités** qui mettent en sommeil les applications trop longtemps inactives. Cela soulage les ordinateurs et diminue la facture énergétique.
- Certaines machines comme des stations individuelles - pas les serveurs ! - peuvent et doivent être soit mises **en veille**, cela préserve les composants, soit **éteintes** dans le cas d'inutilisation prolongée.
- La mise en veille des écrans n'est parfois pas possible suivant les prérequis des logiciels, elle peut toutefois être programmée dans d'autres cas.
- Les serveurs ne sont souvent utilisés qu'à 20% de leur capacité. La **virtualisation de machines permet** de réduire drastiquement les ressources en matériel, en volume de stockage utilisé, en puissance de climatisation, etc. Cela limite également les coûts machine et maintenance.

## POUR EN SAVOIR +

Groupement de Service (G.D.S.) EcoInfo : des ingénieurs et des chercheurs (CNRS, INRIA, ParisTech, Université Grenoble Alpes, université de Strasbourg, Université Aix-Marseille, etc....) oeuvrent pour réduire les impacts écologiques et sociétaux des TIC.  
→ <http://ecoinfo.cnrs.fr>

**Le SFIB**, Syndicat de l'industrie des technologies de l'information, réunit les grands acteurs informatiques pour favoriser le développement des TIC et aborde l'économie circulaire.  
→ [www.sfib.org/environnement-et-economie-circulaire](http://www.sfib.org/environnement-et-economie-circulaire)

**Le Green Lab Center**, association créée par des entreprises, écoles, laboratoires de recherche œuvrant dans le domaine du Green IT.  
→ [www.greenlabcenter.com](http://www.greenlabcenter.com)

**Alliance Green IT**, association réunissant les acteurs du secteur du numérique engagés dans la filière Green IT.  
→ <http://alliancegreenit.org>

**ADN**, l'Association des Décideurs du Numérique, soutenue par l'ADEME, a réalisé l'étude Conso IT  
→ [www.adnouest.org/content/livre-blanc/consommation-energetique-de-l-informatique](http://www.adnouest.org/content/livre-blanc/consommation-energetique-de-l-informatique)

**L'ADEME** a publié le Livre blanc sur la "Consommation énergétique des équipements informatiques en milieu professionnel"  
→ [www.ademe.fr/livre-blanc-consommation-energetique-equipements-informatiques-milieu-professionnel](http://www.ademe.fr/livre-blanc-consommation-energetique-equipements-informatiques-milieu-professionnel)

**TopTen**, comparateur d'équipements électriques soutenu par l'ADEME, est destiné à conseiller l'acheteur sur les performances énergétiques des produits.  
→ [www.guidetopten.fr](http://www.guidetopten.fr)



## HÉBERGEMENT "VERT"

La gestion de l'environnement des serveurs engendre des émissions de CO<sub>2</sub> et d'autres effets nocifs sur l'environnement. Les Data centers consomment à eux seuls 3% de l'électricité mondiale. Des prestataires responsables proposent des solutions d'hébergement web "vert", voici les critères à prendre en compte :

- ✱ **politique d'achat** : prise en compte de critères écologiques. Une partie est règlementée en Europe (éco-conception, consommation d'énergie, durée de vie...) des labels garantissent d'autres avantages lors de l'achat de nouveaux équipements. (voir pages 15 et 22) ;
- ✱ **PUE du Datacenter** : le Power Usage Effectiveness est un indicateur de l'efficacité globale d'un Datacenter (rendement des Onduleurs/alimentations, conception du refroidissement, taux d'utilisation des serveurs/ virtualisation) ;
- ✱ **la gestion des déchets "DEEE"** est règlementée, cependant on peut demander à son fournisseur quelle est la solution choisie pour le réemploi/ la réutilisation ou le recyclage des équipements ;
- ✱ **compensation Carbone** : elle ne doit intervenir qu'après la mise en œuvre d'un maximum de solutions décarbonées, pour compenser le reste d'émissions de CO<sub>2</sub> ;
- ✱ **énergies renouvelables** : idéalement, à partir de 100 % renouvelables. Suivant l'emplacement géographique du Data center, il peut produire sa propre énergie (éolien, solaire...) ou souscrire auprès d'un fournisseur d'électricité verte ou acheter des certificats d'électricité verte ;
- ✱ **innovation économie circulaire** (ou écologie industrielle) : développement de solutions astucieuses, comme ré-exploiter la chaleur des serveurs (par exemple pour chauffer des serres), etc ;
- ✱ **aspects sociétaux** : une attitude responsable tient compte de l'environnement, mais également de ses parties prenantes, de l'attention portée à ses collaborateurs jusqu'à l'engagement sectoriel, en passant par les voisins des bâtiments et les associations.

Transporter un octet nécessite 2 fois plus d'énergie que pour le stocker pendant 1 an.

## LE CLOUD

**Le cloud computing** est basé sur la virtualisation des serveurs – qui permet de mieux exploiter leur capacité – et la mutualisation des infrastructures – qui hébergent les serveurs virtuels. Une telle optimisation réduit les ressources en matériel, en volume de stockage utilisé, en consommation énergétique, limite les coûts machine et maintenance... Mais un Cloud 'vert' dépend des Data centers et serveurs sur lesquels il s'appuie. Leurs performances environnementales s'améliorent globalement, grâce aux avantages économiques liés et aux réglementations, mais restent directement liées aux usages que l'on en fait !

## L'AGENCEMENT DES SERVEURS

*Les serveurs et les stations de travail allumés en permanence chauffent l'atmosphère, nécessitant ventilateur ou climatisation. Ils nécessitent un environnement sans poussières.*

*L'installation optimale des serveurs doit tenir compte de la circulation d'air et des transferts de chaleur, grâce à un confinement et à une disposition séparant les flux chauds et froids.*

*Les Data centers sont spécifiquement conçus pour maîtriser leurs impacts et par conséquent généralement plus performants, à service égal, qu'une salle indépendante.*

- ✿ On peut paramétrer les appareils afin qu'ils se mettent automatiquement **en veille** après une certaine durée sans utilisation. Les serveurs sont généralement programmés à la base.
- ✿ L'idéal est d'isoler les serveurs dans une même **pièce climatisée**, même aveugle, du moment qu'une extraction de l'air est possible.
- ✿ Des modèles d'**armoires climatisées** permettent de rafraîchir les serveurs, au lieu de climatiser la pièce entière, en s'appuyant sur le système de climatisation du bâtiment.
- ✿ Il est possible d'installer des serveurs dans un **placard**, équipé d'aérations basses et hautes, afin de faire bénéficier de l'air ambiant les équipements informatiques.
- ✿ Les petites salles de serveurs peuvent également **accueillir des ordinateurs** par exemple, qui seront utilisés dans les bureaux grâce à une liaison filaire. Cela permet d'y concentrer la chaleur et le bruit dégagés par toutes les machines, pour une meilleure atmosphère de travail et aussi, préserver les appareils.
- ✿ A partir d'un certain seuil d'activité et de taille de parc, la **quantité de chaleur** générée par les serveurs peut servir à chauffer d'autres espaces. Cette option, soumise à des normes strictes relatives à la propreté de l'air des lieux de travail, impose d'installer des échangeurs. Elle est intéressante à considérer en cas de travaux ou de construction d'un bâtiment.

### LE SAVIEZ-VOUS ?

→ 10 % de la production d'électricité mondiale est consommée par les TIC, avec une croissance de 7% par an.

## LES CLIMATISEURS

- ☀ Choisir un climatiseur **fixe** plutôt qu'un climatiseur mobile, il sera plus efficace et plus fiable dans la durée. Cela permet de le positionner à l'endroit le plus performant, face à l'allée chaude.
- ☀ Le climatiseur fonctionnera d'autant mieux s'il reçoit un **air plus chaud**, cela optimise son efficacité et permet des économies d'énergie.
- ☀ Les températures usuelles des salles de serveurs oscillent entre **18 et 27°C**, avec une moyenne autour de 23°C. Cela dépend de la qualité du matériel et également de son âge, plus il est ancien, moins il supportera les températures élevées.
- ☀ **L'automatisation** du ou des climatiseurs permet d'ajuster le compresseur et les débits d'eau et d'air, afin de limiter la vitesse de ventilation. Bien entretenir les filtres !
- ☀ Ne pas hésiter à opter pour un **modèle performant**, de qualité, spécifique pour salle informatique.
- ☀ Toutefois, si l'achat de climatiseurs mobiles s'impose, éviter les "monobloc" et choisir des modèles avec "**split**". Ils font directement l'échange thermique avant évacuation, cela évite de garder une fenêtre entrouverte pour le tuyau d'extraction d'air chaud.
- ☀ La réglementation interdit l'utilisation de gaz destructeurs de la couche d'ozone et du climat comme les **CFC, HFC et HCFC**.

## SALLE PROPRE, SALLE BLANCHE

Une salle de serveurs requiert un soin particulier pour nettoyer des poussières et autres polluants. Dans le cadre d'une nouvelle installation, l'intervention d'un professionnel s'impose.

**La classe 8 de la norme ISO 14644-1** (salles propres et environnements maîtrisés apparentés) exige, pour la propreté de l'air des salles de serveurs, qu'il y ait moins de 3,52 millions de particules de 0,5 micron de diamètre par mètre cube d'air et 8 millions de particules de 0,1 micron.

→ [www.iso.org/iso/fr/catalogue\\_detail?csnumber=53394](http://www.iso.org/iso/fr/catalogue_detail?csnumber=53394)

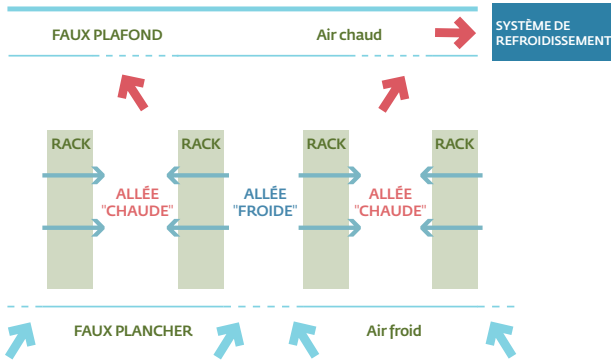
### LE SAVIEZ-VOUS ?

→ Lorsque la température de l'air d'une salle de serveurs augmente de 1°C, cela améliore de 4% l'efficacité énergétique du système de climatisation.

$$+ \text{1}^{\circ}\text{C} = + \text{4}\%$$

→ Une bonne gestion thermique d'une salle de serveurs limite la consommation d'énergie pour son refroidissement à un tiers de la facture d'électricité de cette salle, sinon elle peut dépasser la moitié de cette dépense.

# GESTION THERMIQUE DES DATA CENTERS



Le concept de gestion des flux froids/chauds des Data centers s'applique à partir de quelques armoires contenant une quinzaine de serveurs dans un container, jusqu'à des bâtiments en contenant des milliers.

Les armoires de serveurs sont disposées en rangées dans un espace confiné, afin de créer des couloirs où l'air chaud et l'air froid vont circuler ; les collaborateurs empruntent ainsi les allées chaudes.

L'air froid arrive par le faux plancher, passe à travers les équipements informatiques dans les armoires qui le réchauffent, pour être aspiré par le climatiseur. Ce dernier refroidit l'air qu'il renvoie dans le faux plancher, en circuit fermé.

Dans ce système, la climatisation représente le plus gros poste de consommation électrique.

## LE FREE COOLING

Le free cooling - "refroidissement gratuit" - utilise la différence de température entre l'air extérieur et l'air intérieur.

**En effet direct**, la salle est refroidie avec de l'air provenant de l'extérieur, qui est filtré et ajusté en température et en hygrométrie pour prévenir la condensation et préserver les machines.

**Le free cooling indirect** échappe à cette contrainte, grâce à un système de refroidissement avec échangeur de chaleur air/air. Les deux flux d'air, chaud et froid, échangent leurs calories à travers des canalisations, sans se mélanger. Des solutions plus sophistiquées font intervenir l'eau en cas de fortes puissances de refroidissement (à partir de 100 kWh de froid). Le free cooling est optimal lorsque la différence de température entre l'air extérieur et l'air de la salle de serveurs est d'au moins 10°C. En saison chaude, il fonctionne de nuit.

Il ne supplante pas le système de climatisation classique, qui doit prendre le relais lorsque les conditions climatiques l'exigent, mais il assure une base intéressante.

Dans un pays tempéré, le coût d'installation de ce système est généralement amorti en 3 ans, et représente peu de dépenses ensuite.

## BONNE CONDUITE

"Techniques de l'information et de la communication dont la conception ou l'emploi permettent de réduire les effets négatifs sur l'environnement." C'est dans cet esprit que la Commission Européenne a lancé en 2008 le Code de Conduite pour les Data Centres (CoC DC), qui s'applique au sens le plus large du terme, depuis la gestion des données jusqu'aux bâtiments.

→ <http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/ict-codes-conduct/data-centres-energy-efficiency>

# LA DIFFUSION

*Le passage du mode de production à base de matériel, à un système aujourd'hui virtualisé basé sur logiciel, a redéfini la nature même de la diffusion. Les salles de cinéma reçoivent les lourds fichiers numériques des films principalement sur disque dur, ou via Internet. Pendant que la télévision est transmise aux spectateurs par la TNT via les antennes des foyers, par satellite via les paraboles, et enfin par Internet via la Box. Avec à la base, un seul fichier source en haute définition fourni par le producteur.*

- ✱ **La gestion des fichiers est cruciale**, tout tient sur leur poids, des règles simples permettent de limiter les volumes accumulés, ce qui est rentable sur le plan économique mais aussi écologique !
- ✱ Réception des fichiers sur **serveurs locaux** : l'avantage est d'avoir le contrôle de l'équipement, l'inconvénient est qu'à l'échelle individuelle, outre le fait que les serveurs ne sont jamais utilisés à leurs pleines capacités, une salle de serveurs sera gérée de manière moins performante que par des **Data centers** spécialement conçus.
- ✱ Vérifier auprès de son fournisseur sa **politique environnementale** au-delà des réglementations (gestion des équipements, énergie, etc). Il est important de motiver les prestataires en montrant son intérêt pour une attitude responsable !
- ✱ Une fois que les **droits** sont échus, il est inutile de conserver les fichiers.
- ✱ **Limiter le nombre de copies**, une seule, le master en HD suffit, il sera décliné via le flux adapté à chaque canal de diffusion.
- ✱ Dans le cas de productions internes, un archivage final sur **support inerte** (type LTO) économise l'énergie et les frais de stockage.
- ✱ En cas d'**archivage sur serveur**, faire une sélection des originaux de qualité, des extraits les plus intéressants, pertinents, beaux, rares... à garder en HD et conserver une version intégrale en compressé ou plus basse définition, tout cela réduit les volumes d'archives.
- ✱ Dans tous les cas, renseigner le maximum de **métadonnées** (titre, contenu, date, lieu, producteur...) sur chaque fichier, des archives bien indexées représentent une optimisation du patrimoine de ressources réexploitables et un gain de temps.

## FORMATS DES FICHIERS MEZZANINE

Le Centre national du cinéma et de l'image animée (CNC) a fait appel à la Commission Supérieure Technique de l'Image et du Son (CST) pour élaborer la RTO21, avec la contribution de la Fédération des Industries du Cinéma, de l'Audiovisuel et du Multimédia (FICAM). Cette "Recommandation Technique sur les fichiers numériques d'échange et d'exploitation des œuvres cinématographiques dit 'Fichier Mezzanine'" porte sur les formats de fichiers d'échange et d'exploitation des programmes cinématographiques. L'objectif est de faciliter techniquement, pour les producteurs de cinéma, l'exploitation commerciale des œuvres cinématographiques à destination des modes de diffusion numériques actuels, mais aussi de garantir la conservation de la qualité technique et artistique des éléments d'origine.

→ [www.cst.fr/publications-et-documentation/rto21-imf](http://www.cst.fr/publications-et-documentation/rto21-imf)

# NORMES EUROPÉENNES DE L'ÉCO-CONCEPTION

*Les industriels doivent respecter de nouvelles réglementations dans la fabrication de leurs équipements. La réduction des produits nocifs et de la consommation énergétique est prioritaire. L'éco-conception – autrement dit l'étude de la réduction des impacts sur l'environnement durant tout le cycle de vie du produit – permet d'aller plus loin, en réduisant les volumes et quantités de matière des blocs des appareils, en améliorant le refroidissement, en évitant les produits les plus toxiques, etc.*

**RoHS (Restriction de substances dangereuses)** est automatiquement appliquée aux instruments fabriqués en Europe ou entrant sur le marché européen, marqués CE. Cette directive vise à limiter l'utilisation de substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques, comme des métaux lourds, retardateurs de flamme bromés, plastifiants phtalates, nanomatériaux, le plomb, le mercure et le cadmium.

**La DEEE, sur le traitement des Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques**, oblige à leur réemploi ou à défaut à leur recyclage matière. Dans le cadre de la responsabilité élargie des producteurs (REP), le fabricant ou son représentant a désormais l'obligation légale de collecter gratuitement les équipements professionnels vendus. Les accumulateurs et piles faisant partie intégrante du produit lors de sa mise au rebut sont couverts par ce recyclage

**Le Protocole de Montréal** est un accord international visant à réduire de moitié des substances qui appauvrissent la couche d'ozone. Il impose la suppression de l'utilisation de CFC (chlorofluorocarbones), HBFC, HCFC (hydrochlorofluorocarbones) et autres, de halons et de tout autre ODC synthétique (excepté certaines utilisations essentielles), dans un calendrier d'élimination progressive s'étalant jusqu'en 2030.

**La directive Ecodesign** (anciennement EuP et ErP) oblige les fabricants et les importateurs à prendre en compte les aspects environnementaux tout au long du cycle de vie de leurs produits consommateurs d'énergie, afin de trouver des solutions pour en réduire les impacts, autrement dit à écoconcevoir leurs appareils.

**Le règlement européen REACH (enRe-gistrement, Evaluation et Autorisation des substances Chimiques)** couvre le contrôle de la fabrication, l'importation, la mise sur le marché et l'utilisation des substances chimiques. Il s'agit d'analyser des milliers de substances toxiques entrant dans la composition de produits d'usage courant. Les industries chimiques devront fournir les données de sûreté sanitaire et environnementale sur toutes les substances qu'elles produisent, afin d'identifier celles qui sont 'extrêmement préoccupantes' et de les abandonner (cancérogènes, mutagènes, persistantes, bioaccumulables, perturbant le système endocrinien...).

→ <http://eco3e.eu>

Cette fiche a été élaborée par Monica Fossati, experte en développement durable pour le compte d'Ecoprod, avec l'aimable participation de professionnels du secteur audiovisuel que nous remercions pour leur temps et leur disponibilité. Sources disponibles sur le site d'Ecoprod, [www.ecoprod.com](http://www.ecoprod.com) - janvier 2017. Imprimé sur du papier recyclé – label FSC • Design: Atelier Réel

# ecoprod

WWW.ECOPROD.COM

ADEME



Agence de l'Environnement  
et de la Culture du Climat

Association  
AUDIENS



Centre national  
du cinéma et de  
l'image animée



francotélévisions

GRAND PARI  
pole  
MEDIA

