

**QUALITE DE DISQUES OPTIQUES NUMERIQUES**  
**CONSERVES DANS DIFFERENTS SERVICES**  
**PUBLICS D'ARCHIVES**

**RAPPORT FINAL**

*(PARTIE PRINCIPALE)*

Etude effectuée pour : **Ministère de la Culture et de la Communication**  
**Direction des Archives de France**

Référence contrat : Convention du 29 novembre 2004 et son avenant n° 1 du 29 août 2005  
signés entre la Direction des Archives de France  
et le Laboratoire national de métrologie et d'essais

N° convention LNE : **C421X04**

Responsable de l'Etude : **Yvric SAUNDERS**

**Décembre 2005**

**SOMMAIRE**

<b>1. CONTEXTE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. OBJECTIFS DE L'ETUDE .....</b>	<b>3</b>
<b>3. CONDITIONS GENERALES DE L'ETUDE .....</b>	<b>4</b>
3.1. SERVICES PUBLICS D'ARCHIVES PARTICIPANTS .....	4
3.2. TAILLE DES LOTS.....	4
3.3. IDENTIFICATION DES ECHANTILLONS .....	5
3.4. CAHIER DES CHARGES APPLIQUE .....	5
3.5. MATERIELS D'ANALYSE DES DISQUES GRAVES.....	6
3.6. CONDITIONS EXPERIMENTALES D'ANALYSE.....	6
<b>4. EVALUATION DE LA QUALITE DE L'ENREGISTREMENT.....</b>	<b>6</b>
4.1. CRITERES D'EVALUATION DE LA QUALITE DE L'INFORMATION ENREGISTREE .....	6
4.2. SEUILS DE QUALITE : NIVEAUX EXIGES & RECOMMANDES .....	9
4.3. PRESENTATION DES RESULTATS DE MESURE.....	10
4.4. EVALUATION DE LA QUALITE DE L'ENREGISTREMENT .....	11
4.5. DEFINITION DES NIVEAUX DE RISQUE .....	12
<b>5. RESULTATS COMPLETS DES ANALYSES .....</b>	<b>12</b>
<b>6. SYNTHESE DES RESULTATS.....</b>	<b>12</b>
<b>7. BILAN &amp; COMMENTAIRES.....</b>	<b>13</b>
7.1. BILAN DE LA PARTICIPATION DES SERVICES D'ARCHIVES A L'ETUDE .....	13
7.2. QUALITE DE L'ENSEMBLE DES LOTS ISSUS DES STOCKS DES SERVICES D'ARCHIVES.....	14
7.3. QUALITE INDIVIDUELLE DES LOTS ISSUS DES STOCKS DES SERVICES D'ARCHIVES .....	19
7.4. EFFET DES PARAMETRES DE GRAVURE SUR L'ETAT DE CONSERVATION DES DISQUES.....	24
7.5. QUALITE DE PRODUCTION ACTUELLE DES ATELIERS DE NUMERISATION .....	32
<b>8. CONCLUSIONS.....</b>	<b>38</b>
8.1. QUALITE DES LOTS ISSUS DES STOCKS DES SERVICES D'ARCHIVES.....	38
8.2. QUALITE DE PRODUCTION ACTUELLE DES ATELIERS DE NUMERISATION .....	40

## 1. CONTEXTE

Depuis déjà plusieurs années, les disques optiques enregistrables, ou CD-R, connaissent un vif succès tant auprès du grand public que dans l'univers professionnel pour le stockage de données informatiques, d'images, de séquences animées, de musique, ... Il est vrai que les atouts de ces nouveaux supports de stockage sont incontestables :

- une grande capacité de stockage pour un support extractible ;
- un faible coût du support, du graveur et du lecteur ;
- un support peu encombrant et facile d'utilisation ;
- une très grande compatibilité des formats et des lecteurs ;
- une stabilité, annoncée par les fabricants, vis-à-vis des agressions de l'environnement.

C'est pourquoi de nombreux services publics d'archives les ont employés de manière massive dans le cadre de leurs opérations de numérisation de documents et ce, depuis le milieu des années 1990. Ces campagnes de numérisation s'opèrent soit dans un atelier créé en interne, soit par recours à des prestataires privés.

La numérisation concerne environ 64 services d'archives départementales (dont une trentaine dispose d'un atelier propre), les Archives nationales (deux ateliers opérationnels) et une trentaine d'archives municipales (le plus souvent en sous-traitance). Dans la très grande majorité des cas, les documents numérisés ont alors été gravés sur des CD-R, parfois en double exemplaire.

Depuis une date plus récente, on assiste aussi au transfert de documents créés directement sous forme électronique (bases de données, documents bureautiques, etc.). Ces archives électroniques sont parfois gravées sur des CD-R.

Ainsi se sont donc constitués dans les services publics d'archives des stocks importants de CD-R, dont l'information doit pouvoir être conservée malgré l'obsolescence du support.

## 2. OBJECTIFS DE L'ETUDE

- Cependant, et au même titre que d'autres supports d'enregistrement, le disque CD-R est amené à vieillir plus ou moins rapidement en fonction de la composition physico-chimique du disque, et avec pour conséquence des difficultés de relecture, voire l'impossibilité de relire les données gravées. Cette durée de vie limitée du support conduit à effectuer une copie des données vers un nouveau disque ou un autre type de support, selon le procédé dit "de migration".

Les bons choix réalisés tout au long de la chaîne de gravure (média CD-R, graveur, vitesse de gravure, logiciels, ...) ainsi qu'en matière de conditions d'archivage et d'utilisation des disques alors gravés (atmosphère contrôlée, limitations des expositions lumineuses, précautions de manipulation, ...) doivent permettre, par un meilleur enregistrement à l'instant de gravure et de moindres agressions environnementales, d'augmenter les périodes de contrôle et de migration.

- Mais les CD-R actuellement détenus par les services publics d'archives ont été gravés dans des conditions très inégales (types de disque, graveurs utilisés, modes de gravure, ...) et depuis longtemps (parfois près de dix ans) au regard de l'évolution du support.

Or, jusqu'à présent, peu de tests ont été réalisés. Seuls quelques prestataires de service utilisent certains analyseurs pour apprécier la qualité des disques.

Il est donc indispensable d'évaluer l'état actuel de conservation des CD-R dans les services publics d'archives.

- La présente étude vise par un prélèvement limité à connaître l'état de conservation des données sur des disques enregistrés au cours des différentes années de numérisation par différents services publics d'archives. Sans appliquer un plan d'expérience à cette étude en raison du volume restreint de disques prélevés, ces tests permettront de donner des premières indications sur l'état qualitatif de conservation des collections et sur la périodicité des contrôles.

Cette étude sera également l'occasion pour la Direction des Archives de France et le LNE d'établir un état des lieux des différentes pratiques d'archivage sur CD-R au sein des services publics qui en ont la charge, principalement en termes de conditions de gravure, de stockage et d'utilisation.

- L'objectif de l'étude est donc de contrôler la qualité de l'information enregistrée sur un ou deux lots de CD-R issus des services d'archives participants :
  - le premier lot est issu du stock de disques constitué par le service public d'archives, qu'ils aient été réalisés en interne ou par un prestataire extérieur : ce lot permettra de réaliser à un instant donné une photographie d'un échantillon (le lot en question) extrait de la population (le stock du service) ;
  - le second lot, optionnel, est constitué de disques gravés sur la chaîne actuelle de gravure au sein des ateliers de numérisation du service (cas de la réalisation en interne des disques d'archivage) : ce lot permettra d'apprécier l'aptitude à la gravure de la chaîne {disque + graveur + vitesse de gravure}.

### **3. CONDITIONS GENERALES DE L'ETUDE**

#### **3.1. SERVICES PUBLICS D'ARCHIVES PARTICIPANTS**

**23 services publics d'archives** ont répondu favorablement à la proposition de participation :

- Ain
- Alpes-de-Haute-Provence
- Ardennes
- Doubs
- Finistère
- Haute-Garonne
- Haute-Vienne
- Haut-Rhin
- Landes
- Loire
- Lot-et-Garonne
- Manche
- Marseille (archives municipales)
- Mayenne
- Rhône
- Sarthe
- Savoie
- Tarn
- Tarn-et-Garonne
- Val-de-Marne
- Val-d'Oise
- Vosges
- Yvelines

#### **3.2. TAILLE DES LOTS**

Chaque service a été invité à remettre au LNE pour analyse :

- **10 CD-R issus du stock d'archivage**, les disques sélectionnés devant être représentatifs des années de gravure, du mode de réalisation (interne ou prestataire), du fabricant de disque, ... ;
- **3 CD-R gravés sur l'équipement actuel** de gravure dans les conditions ordinaires de production de l'atelier de numérisation (pour les services disposant d'un atelier en interne).

### 3.3. IDENTIFICATION DES ECHANTILLONS

Chaque échantillon remis pour analyse sera identifié et les principales informations propres aux conditions de gravure seront relevées (par le LNE ou à partir des données fournies par le service), à savoir :

- sa *marque*, la *vitesse maximale de gravure* et la présence ou non d'une *métallisation "or"* (3 informations repérées visuellement sur le disque) ;
- le nom du *fabricant*, le *polymère* utilisé et son *code ATIP*<sup>1</sup> (relevés au moyen de l'utilitaire CDR Identifier vers. 1.63) ;
- sa *cote* fournie par le service d'archives ;
- s'il s'agit ou non *d'un disque de test* pour l'équipement de gravure ;
- sa *date de gravure* (année, jour, période, ...) ;
- la *vitesse maximale* de gravure demandée lors de la gravure ;
- son *mode de réalisation* (gravure réalisée en interne ou à l'extérieur du service) ;
- le *nom du prestataire* si la gravure a été réalisée à l'extérieur du service.

### 3.4. CAHIER DES CHARGES APPLIQUE

Le cahier des charges prévoit pour chaque disque remis au LNE :

- l'évaluation de la **qualité optique des signaux HF et d'asservissement** ;
- l'évaluation de la **qualité numérique** de la gravure par l'analyse du signal démodulé lors de son passage en lecture dans les deux étages de détection et de correction des erreurs, et ce pour les trois vitesses de lecture unitaire (**1x**), élevée (**24x**) et très élevée (**40x**).

---

<sup>1</sup> Le *code ATIP* du disque introduit ci-dessus est un code d'identification reconnaissable par tous les graveurs :

- les 5 premiers digits sont propres à chaque fabricant et sont imposés par les spécifications du Livre Orange ; chaque fabricant dispose de 2 séries de 5 digits (par exemple, 97:27:3\_ et 97:27:4\_) ;

- le sixième et dernier digit est assigné à la référence de CD-R en fonction de la stratégie de gravure que doit adopter le graveur face à la nature de la couche enregistrable du disque ; ce digit permet au graveur d'adapter au mieux sa puissance d'écriture. On distingue deux catégories de gravure : celle à pulse d'écriture long (digit 0 à 4) et celle à pulse court (digit 5 à 9).

### 3.5. MATERIELS D'ANALYSE DES DISQUES GRAVES

La qualité des CD-R est évaluée au moyen de deux systèmes d'analyse :

- le premier système évalue la **qualité numérique** du disque **aux hautes vitesses de lecture 24x & 40x**, ce système étant équipé d'un lecteur tri-faisceaux comme la quasi-totalité du parc de lecteurs actuels : modèle CD-R 40XE de la société *Datarius* (version logiciel 1.5) ;
- le second système évalue d'une part la **qualité numérique à vitesse de lecture unitaire 1x** et d'autre part la **qualité optique des signaux HF et d'asservissement** ; il se positionne comme l'équipement de référence internationale pour ces mesures et est équipé d'un lecteur mono-faisceau : modèle CATS SA300 de la société *Audio Development* (version logiciel 3.0).

### 3.6. CONDITIONS EXPERIMENTALES D'ANALYSE

- analyse de la **qualité numérique** :
  - \* en **24x** et **40x** sur le CDA3000, à raison de 3 analyses par disque ;
  - \* en **1x** sur la CATS SA300 ;
- analyse de la **qualité optique** en **1x** sur la CATS SA300.

## 4. EVALUATION DE LA QUALITE DE L'ENREGISTREMENT

### 4.1. CRITERES D'EVALUATION DE LA QUALITE DE L'INFORMATION ENREGISTREE

#### 4.1.1. Analyse de la qualité optique des signaux HF et d'asservissement<sup>2</sup>

La qualité des signaux en sortie des photodiodes du lecteur est évaluée au moyen de l'analyseur CDCATS SA300 à la vitesse de lecture de **1x**. Les grandeurs retenues sont au nombre de 12.

<b>I<sub>11</sub></b>	Amplitude crête-crête du signal de modulation dont la fréquence est la plus <i>faible</i> (196 kHz ou 11T)
<b>I<sub>11</sub>/I<sub>top</sub></b>	Amplitude I <sub>11</sub> normalisée au niveau maximal I <sub>top</sub> du signal HF
<b>I<sub>3</sub></b>	Amplitude crête-crête du signal de modulation dont la fréquence est la plus <i>élevée</i> (720 kHz ou 3T)
<b>I<sub>3</sub>/I<sub>top</sub></b>	Amplitude I <sub>3</sub> normalisée au niveau maximal I <sub>top</sub> du signal HF
<b>réflexion</b>	Part de lumière incidente réfléchiée par le disque, les disques de réflexion élevée offrant les meilleures garanties de réussite des gravures
<b>asymétrie</b>	<p>Grandeur évaluant la répartition entre les zones brûlées et celles non brûlées du disque.</p> <p>Elle est révélatrice d'un plus ou moins bon réglage d'intensité du laser lors de la gravure : une puissance trop importante engendre une fusion de la couche enregistrable sur une surface plus grande que prévue, et inversement pour une puissance trop faible.</p> <p>Plus généralement, l'asymétrie est aussi le signe de problèmes rencontrés lors de la fabrication du disque : par exemple, une déviation du faisceau laser, causée par un défaut de planéité sur le substrat, participe également à l'apparition d'une asymétrie non nulle.</p>
<b>accélération verticale (VA)</b>	Mesure de l'accélération du système d'asservissement de la mise au point, dans sa direction verticale. Elle ne doit pas dépasser un seuil fixé à 10 m/s <sup>2</sup> pour les fréquences inférieures à 500 Hz.

<sup>2</sup> y compris les paramètres statiques et verticaux

<b>accélération radiale (RA)</b>	Paramètre lié à la présence de défauts physiques sur le disque, notamment à une mauvaise transition entre les zones brûlées et non brûlées. Des valeurs trop élevées peuvent conduire à des sauts de pistes : ainsi l'accélération d'une piste dans la direction radiale du disque ne doit pas dépasser 0,4 m/s <sup>2</sup> pour les fréquences inférieures à 500 Hz.
<b>bruit radial (RN)</b>	L'apparition de bruit radial (ou <i>radial noise</i> ) est caractéristique de défauts présents sur le sillon (ou <i>pre-groove</i> <sup>3</sup> ) avant gravure (c'est-à-dire lors de la fabrication du disque), mais également de pistes physiquement endommagées après la gravure.  Des valeurs de bruit radial trop importantes empêchent un bon suivi de piste. La spécification sur cette grandeur est de 30 nm maximum.
<b>jitter</b>	Paramètre essentiel mesurant la dispersion sur la longueur des zones brûlées et non brûlées.  Une dispersion trop forte crée des instabilités dans les 9 signaux modulés I <sub>3</sub> à I <sub>11</sub> , et donc des problèmes de reconnaissance des éléments d'information. Le jitter est mesuré pour chacun des 9 signaux I <sub>3</sub> à I <sub>11</sub> et pour les 2 types de zones (brûlées et non brûlées) ; au total 18 valeurs de jitter peuvent donc être relevées. Dans le cadre de cette étude, on relèvera :  <ul style="list-style-type: none"> <li>- le nombre de signaux (sur un total de 18) révélant des zones d'information dont les dimensions sont hors-spécifications ;</li> <li>- parmi ces 18 signaux, ceux dont le jitter dépasse la spécification de 35 ns ;</li> <li>- la valeur de jitter la plus élevée mesurée sur les 18 signaux.</li> </ul>
<b>Déflexion</b>	Déviations angulaire du faisceau
<b>Déviations</b>	Déviations verticale du faisceau
<b>Suivi de piste (ou Push-Pull PPc)</b>	Caractérise la sensibilité à l'erreur radiale lors du suivi de piste ; est mesuré pour une lumière polarisée circulairement.
<b>Diaphonie (XT)</b>	Caractéristique du niveau de bruit dans les signaux HF (corrélée à la résolution du spot)

#### 4.1.2. Analyse de la qualité numérique

Lors de la gravure, les données sont protégées en utilisant des codes détecteurs et correcteurs d'erreurs. Ainsi, pour les CD, l'information est codée selon le code Cross-Interleaved Reed-Solomon (CIRC) qui utilise 2 niveaux de codage :

- C1 pour les erreurs aléatoires ou en petit nombre ;
- C2 pour les erreurs importantes ou par paquets.

Tout défaut à l'enregistrement se traduit à la lecture par la présence d'erreurs sur les informations. Grâce au codage CIRC, ces erreurs peuvent être généralement corrigées à la lecture par les décodeurs. Néanmoins, des erreurs importantes ou en trop grand nombre peuvent dépasser les capacités de correction des décodeurs et conduire à l'impossibilité de lecture des informations enregistrées.

La qualité du signal démodulé lors de son passage dans les deux étages de détection et de correction des erreurs est évaluée au moyen des deux analyseurs CATS et Datarius aux vitesses respectives de lecture unitaire (1x) et élevées (24x et 40x).

<sup>3</sup> ce sillon, pré-gravé sur le support vierge lors de sa fabrication, sert notamment à guider le laser lors de la phase d'écriture du disque.

Ces deux systèmes d'analyse permettent ainsi d'apprécier l'intégrité des données numériques en quantifiant les différents types d'erreurs présentes sur le disque. Les types d'erreurs retenues sont au nombre de 4.

<b>BLER</b>	<p>Le BLER (ou <i>B</i>lock <i>E</i>rroR <i>R</i>ate) est le nombre de blocs par seconde en entrée du décodeur C1 dont au moins 1 symbole est erroné. On relèvera :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- le BLER moyen correspondant à la moyenne du BLER mesuré sur la totalité du disque ;</li><li>- les valeurs instantanées de BLER lorsque le BLER est moyenné par intervalle de 10 secondes.</li></ul>
<b>Burst</b>	<p>Nombre de blocs consécutifs par seconde présentant au moins un symbole erroné à l'entrée du décodeur C2.</p> <p>Cette grandeur est caractéristique notamment de la présence de défauts physiques sur le disque.</p>
<b>E22</b>	<p>Nombre de blocs par seconde présentant 2 symboles erronés qui sont détectés et corrigés par le décodeur C2.</p> <p>Cependant, ces erreurs E22 sont le signe d'une mauvaise qualité du disque. En effet, la présence importante d'erreurs E22 sur le disque rend celui-ci vulnérable, car elles laissent peu de marges en cas d'apparition de nouvelles erreurs.</p> <p>Des erreurs de type E32 (cf. ci-dessous) sont alors susceptibles d'apparaître plus facilement sur certains lecteurs ou/et lors du vieillissement du disque.</p>
<b>E32</b>	<p>Nombre de blocs par seconde dont au moins 3 symboles erronés sont détectés par le décodeur C2.</p> <p>Ces erreurs sont non corrigibles et déclenchent alors un traitement d'interpolation des données ; toutes les données ne sont alors pas récupérées.</p> <p>La présence d'une seule erreur E32 sur un disque est rédhitoire, notamment pour les disques de données.</p>

Suite du rapport page suivante



## 4.2. SEUILS DE QUALITE : NIVEAUX EXIGES & RECOMMANDES

Pour chacune des grandeurs mesurées (sur les signaux HF et d'asservissement ou erreurs numériques), le LNE a défini à partir de son expérience et de la littérature existante (normes, publications, etc.) des seuils de qualité relatifs au niveau d'exigence souhaité :

- 1° niveau : seuil **EXIGE** ;
- 2° niveau : seuil **recommandé**.

### 4.2.1. Seuils relatifs à la qualité du signal HF

	1° niveau : <i>seuil EXIGE</i>	2° niveau : <i>seuil recommandé</i>
<b>I<sub>11</sub> &amp; I<sub>11</sub>/I<sub>top</sub></b> mini & moyen	≥ 0.60	≥ 0.70
<b>I<sub>3</sub> &amp; I<sub>3</sub>/I<sub>top</sub></b> mini & moyen	≥ 0.30	≥ 0.40
<b>réflexion</b> mini & moyen	≥ 65 %	≥ 75 %
<b>asymétrie</b> mini, moyen & maxi	de - 15 à + 5 %	de - 6 à + 2 %
<b>Accélération verticale VA</b> moyenne & maximale	≤ 10 m / s <sup>2</sup>	≤ 5 m / s <sup>2</sup>
<b>Accélération radiale RA</b> moyenne & maximale	≤ 0,4 m / s <sup>2</sup>	≤ 0,2 m / s <sup>2</sup>
<b>bruit radial RN</b> moyen & maximal	≤ 30 nm	≤ 15 nm
Zones gravées et non-gravées <b>hors-spécifications<sup>4</sup></b>	≤ 1	= 0
Nombre de signaux <b>avec jitter<sup>5</sup></b>	≤ 1	= 0
<b>jitter</b> maximal	≤ 35 ns	< 28 ns
<b>Déflexion</b> Maximale	≤ 0,6 °	≤ 0,3 °
<b>Déviation</b> maximale	≤ 0,50 mm	≤ 0,25 mm
<b>Suivi de piste (ou Push-Pull PPc)</b> mini & maxi	de 0,04 à 0,09	de 0,055 à 0,075
<b>Diaphonie (XT)</b> maximale	≤ 50 %	≤ 25 %

<sup>4</sup> nombre de signaux (sur un total de 18) révélant des zones d'information dont les dimensions sont hors-spécifications

<sup>5</sup> dépassant l'exigence de 35 ns sur un total de 18 signaux.

#### 4.2.2. Seuils relatifs à la qualité numérique

L'unité de mesure des erreurs numériques est en *seconde*<sup>-1</sup> (ou *par seconde*).

	1° niveau : <i>seuil EXIGE</i>	2° niveau : <i>seuil recommandé</i>
<b>BLER moyen</b>	< 50	< 6
<b>BLER</b> valeurs instantanées	< 220	< 50
<b>Burst</b> valeurs instantanées	≤ 7	≤ 4
<b>E22</b> valeurs instantanées	≤ 30	≤ 7
<b>E32</b> valeurs instantanées	= 0	/

#### *Expression particulière des erreurs numériques*

Les résultats d'analyse ne sont pas exprimés directement en valeur maximale trouvée sur le disque, mais de façon plus pertinente **en comptabilisant le nombre d'évènements** (c'est-à-dire de secondes) présents sur le disque pour lesquels chacune de ces erreurs est au-delà :

- ① du seuil *EXIGE* ;
- ② du seuil *recommandé*.

#### 4.3. PRESENTATION DES RESULTATS DE MESURE

##### • Pour la qualité optique du signal HF

Les tableaux de résultats utilisent un code couleur en relation avec le positionnement de la mesure vis-à-vis des seuils exigés et recommandés :

- si la valeur mesurée *respecte le seuil recommandé*, elle apparaît en **vert souligné** et en **gras** ;
- si la valeur *ne respecte pas le seuil exigé*, elle apparaît en **rouge** et en **gras** ;
- si la valeur est comprise entre les deux seuils, elle apparaît en noir.

##### • Pour la qualité numérique

Pour les valeurs de BLER moyen, un code couleur est affecté de façon identique à celui utilisé pour les grandeurs du signal HF. Pour les autres erreurs numériques chaque référence de CD-R est affectée de deux lignes<sup>6</sup> :

- la première indique le nombre de secondes pour lesquelles les erreurs *dépassent le seuil exigé* (valeur en **rouge** et en **gras**) ;
- la seconde indique le nombre de secondes pour lesquelles les erreurs *dépassent le seuil recommandé* sans dépasser le seuil exigé (valeurs apparaissant en noir).

Pour ces deux lignes si le nombre des erreurs est inférieur à 1 le résultat apparaît en **vert souligné** et en **gras**.

<sup>6</sup> à l'exception des E32 pour lesquelles seule la première ligne est utilisée.

#### 4.4. EVALUATION DE LA QUALITE DE L'ENREGISTREMENT

• Afin d'évaluer la qualité de l'information enregistrée sur chaque CD-R, une note est affectée à chacune des grandeurs mesurées. Il est tenu compte de l'importance de chaque grandeur dans l'appréciation générale de la qualité d'un CD-R par :

- le *mode de transformation* appliqué pour passer des résultats aux notes en se référant aux différents seuils exigés et recommandés définis au § 4.2. ;

- le *coefficient de pondération* appliqué à cette grandeur.

• **La qualité de l'enregistrement** de chaque disque est alors jugée sur une échelle qualitative à 7 niveaux, et ce pour chacun des 4 critères de qualification :

- qualité optique des signaux HF et d'asservissement ;

- qualité numérique en 1x ;

- qualité numérique en 24x ;

- qualité numérique en 40x.

Le positionnement sur l'un des 7 niveaux est fonction des notes obtenues sur chaque grandeur mesurée, de l'importance de la grandeur (coefficient pondérateur) et de la présence ou non de défauts significatifs.

• Les dénominations affectées aux **7 niveaux de qualité** lors de l'évaluation sont les suivantes, auxquelles sont associés respectivement **7 indices de qualité** et **7 codes couleurs** :

NIVEAUX DE QUALITE	INDICES DE QUALITE	CODES COULEURS
Excellente	7	Bleu
Très bonne	6	Bleu clair
Correcte	5	Vert
Acceptable	4	Vert clair
Insuffisante	3	Orange
Mauvaise	2	Rouge clair
Nulle	1	Rouge

#### 4.5. DEFINITION DES NIVEAUX DE RISQUE

En fonction des résultats d'analyse des disques selon les 4 critères de qualité optique des signaux, de qualité numérique à vitesse de lecture unitaire (1x) et de qualité numérique à vitesse de lecture élevée (24x) et très élevée (40x), chacun des disques peut être classé sur une échelle de risque présenté par ce disque vis-à-vis de la perte de données ou/et de la difficulté de lecture.

Sur cette échelle, **5 niveaux de risques** sont définis auxquels sont associés respectivement **5 indices de risque** et **5 codes couleurs** :

##### **Pas de risque - indice 1**

Le disque rencontrera peu ou pas de difficulté de lecture sur la très grande majorité des lecteurs. Le risque de perdre des données est (très) faible.

##### **Risque faible - indice 2**

Le disque est susceptible de rencontrer des difficultés de lecture sur certains lecteurs. Mais le risque de perdre des données reste faible. Une copie de ce disque peut être envisagé pour s'assurer d'une meilleure compatibilité avec les différents lecteurs.

##### **Risque modéré - indice 3**

Des difficultés de lecture risquent d'apparaître de façon récurrente sur le disque. La perte de données n'est pas à exclure. Une copie de ce disque doit être envisagé préventivement à court ou moyen terme. La copie à haute vitesse peut se révéler délicate ou est déconseillée.

##### **Risque important - indice 4**

Le risque de perdre des données est bien réel. A court terme une copie du disque à basse vitesse est impérative. Une analyse de cette copie juste après la gravure est fortement conseillée.

##### **Risque très élevé - indice 5**

Le risque de perdre des données est très élevé. Certaines données peuvent même être définitivement perdues. Une copie du disque à basse vitesse est impérative à court terme. Une analyse de la copie du disque juste après la gravure est impérative.

#### 5. RESULTATS COMPLETS DES ANALYSES

*L'intégralité des résultats d'analyse sont présentés pour les 23 services d'archives dans la partie annexe de ce rapport, cette annexe étant séparée du présent document.*

#### 6. SYNTHÈSE DES RESULTATS

*La synthèse des résultats, les commentaires et les conclusions propres à chaque service d'archives sont également présentés dans la partie annexe du rapport.*

Dans la suite du document, **les 23 services d'archives** sont repérés uniquement par une **lettre de "A" à "X"**.

## 7. BILAN & COMMENTAIRES

### 7.1. BILAN DE LA PARTICIPATION DES SERVICES D'ARCHIVES A L'ETUDE

Avant d'analyser la qualité des différents lots de CD-R remis au LNE, qu'il s'agisse de ceux issus des stocks ou de ceux issus des équipements actuels de gravure, un premier bilan de la participation des services publics d'archives peut être dressé en regard des objectifs de l'étude et de la demande exprimée par la Direction des Archives de France.

Services publics d'archives contactés par la DAF	25
<b>Services participants</b>	<b>23</b>
Calendrier de réception des CD-R au LNE	du 31 mars au 3 août 2005
<b>CD-R reçus</b>	<b>254</b>
- issus des stocks	224
- issus des équipements de gravure actuels	30
Services ayant adressé <b>au moins 10 CD-R issus des stocks</b> (demande DAF)	<b>16 sur 23</b>
Services ayant adressé :	
- au moins 1 CD-R de test de l'équipement	12 sur 19 (au moins)
- <b>au moins 3 CD-R de test de l'équipement</b> (demande DAF)	<b>7 sur 19</b> (au moins)
Part de <b>CD-R produits en interne</b> issus des stocks	<b>26 %</b>
Part de <b>CD-R réalisés par un prestataire extérieur</b>	<b>74 %</b>
<b>CD-R testés par les services</b>	<b>6</b> Soit 2 % du total !
<b>Informations fournies par les services d'archives</b> (Part de CD-R présentant ces infos demandées par la DAF) :	
- cote :	100 %
- marque du CD-R	66 %
- capacité du CD-R	71 %
- couche de métallisation	42 %
- polymère organique	17 %
- n° de série du disque	51 %
- modèle de graveur	40 %
- version de firmware	16 %
- nom et version de logiciel de gravure	37 %
- année de gravure	99 %
- vitesse de gravure	33 %
- mode de réalisation (interne / prestataire)	100 %

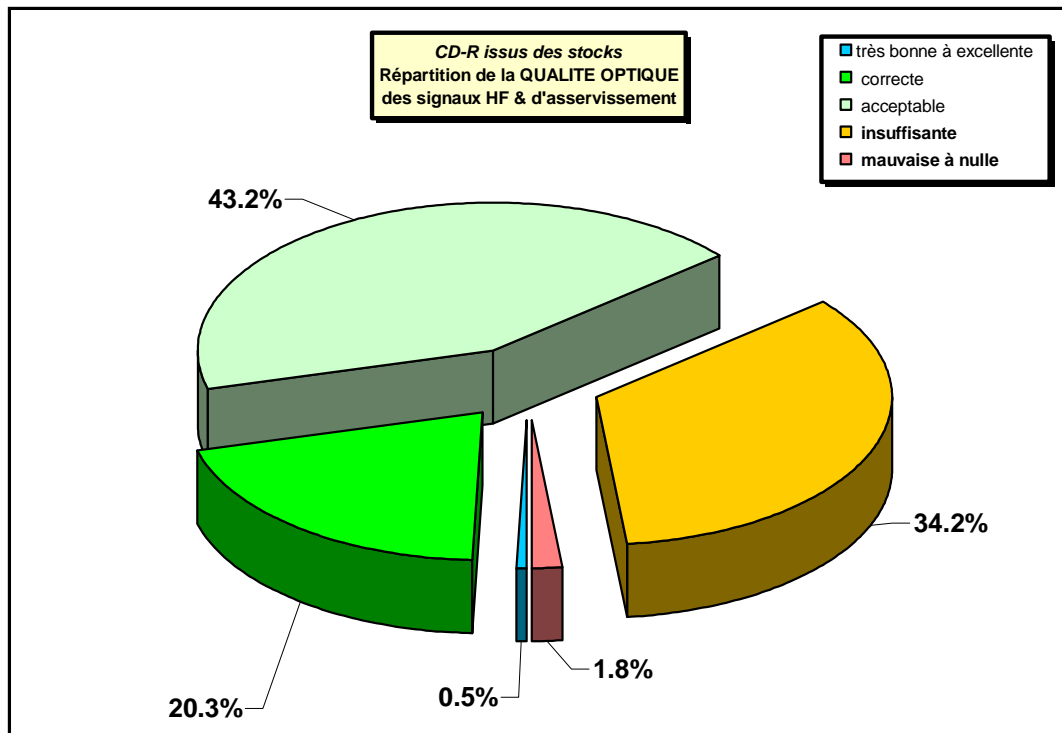
On notera que :

- seuls 2/3 des services ont transmis les 10 CD-R minimum issus des stocks ;
- seul 1/3 des services a transmis les 3 CD-R demandés pour le test des équipements de gravure actuels ;
- très peu de disques (6 sur 254 !) ont été testés par un logiciel adapté avant envoi au LNE (cela concerne 4 services) ;
- les informations propres aux disques ont été diversement renseignées, mais la plupart ont pu être complétées par le LNE à réception ;
- les infos sur les graveurs sont indiquées à hauteur de 40 %, mais il est difficile pour les services de renseigner ces champs en raison d'une part importante de CD-R gravés par un prestataire extérieur (74 % des disques issus des stocks) ;
- la date de gravure est renseignée pour tous les disques, à l'exception d'un seul ;
- la vitesse de gravure est peu connue (1/3), mais là encore elle dépend pour beaucoup du prestataire extérieur ;
- l'origine des gravures (externe/interne) est renseignée pour tous les disques et le prestataire externe est également précisée systématiquement.

## 7.2. QUALITE DE L'ENSEMBLE DES LOTS ISSUS DES STOCKS DES SERVICES D'ARCHIVES

### 7.2.1. Qualité optique des signaux HF et d'asservissement

Le graphe ci-dessous présente la répartition des 222 CD-R♦ sur les 224 issus des stocks des services publics d'archives en terme de qualité optique des signaux HF et d'asservissement (c'est-à-dire en sortie des photodiodes du lecteur et donc avant toute correction) sur les 5 niveaux<sup>7</sup> de qualité présentés au § 4.4.



♦ Les 2 derniers disques du lot ont présenté l'un une difficulté partielle d'analyse, l'autre une impossibilité en raison de son format -RW.

<sup>7</sup> Les deux niveaux situés en haut de l'échelle (qualités "très bonne" et "excellente"), ainsi qu'au bas de l'échelle (qualités "mauvaise" et "nulle") ont été regroupés en un seul pour une meilleure lisibilité des graphes.

Il apparaît ainsi qu'à peine plus d'un disque sur 5 (21 %) se classe sur les deux meilleurs niveaux et qu'en particulier seulement 2 disques affichent une très bonne qualité.

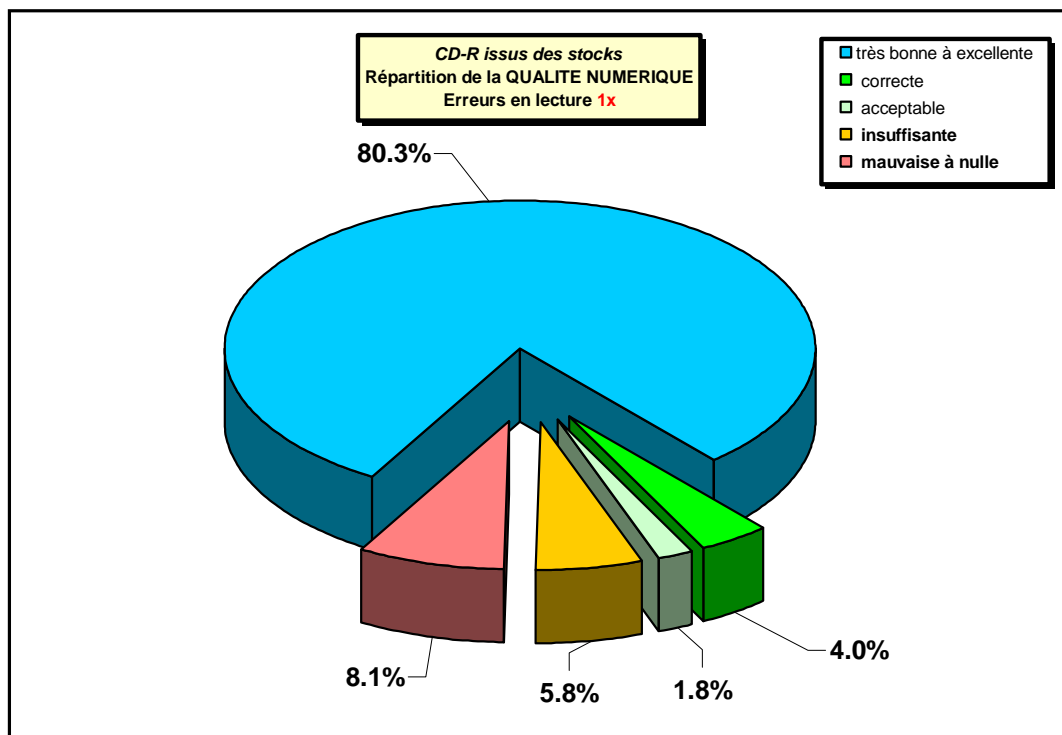
La majorité des disques (à hauteur de 43 %) présente une qualité acceptable, caractéristique de disques ne respectant pas certaines exigences mais sans conséquence critique.

Au final, une forte proportion de disques (plus d'un tiers, à 34 %) sont problématiques présentant un certain nombre de critères nettement en dehors des spécifications exigées, d'où une qualité jugée insuffisante. 4 sont même très critiques avec des défauts en très grand nombre (qualité mauvaise).

Dans son ensemble, la qualité des données gravées est donc plutôt décevante, puisque seulement 1 disque sur 5 est susceptible d'être lu sans difficulté particulière. Et on sera particulièrement attentif à l'évolution de la dégradation des données pour les 36 % de disques dont la qualité est insuffisante voire mauvaise.

### 7.2.2. Qualité numérique en lecture unitaire 1X

Le graphe ci-dessous présente la répartition de 223 CD-R du lot en termes de qualité numérique (soit après démodulation du signal de sortie des photodiodes) en vitesse de lecture unitaire 1x sur les 5 niveaux de qualité.



Cette représentation nous montre très clairement que la qualité numérique à la plus basse vitesse d'utilisation (1x) est de très bonne, voire d'excellente qualité pour une très grande majorité de disques (plus de 80 %), même si la qualité optique est nettement plus dispersée (cf. ci-dessus).

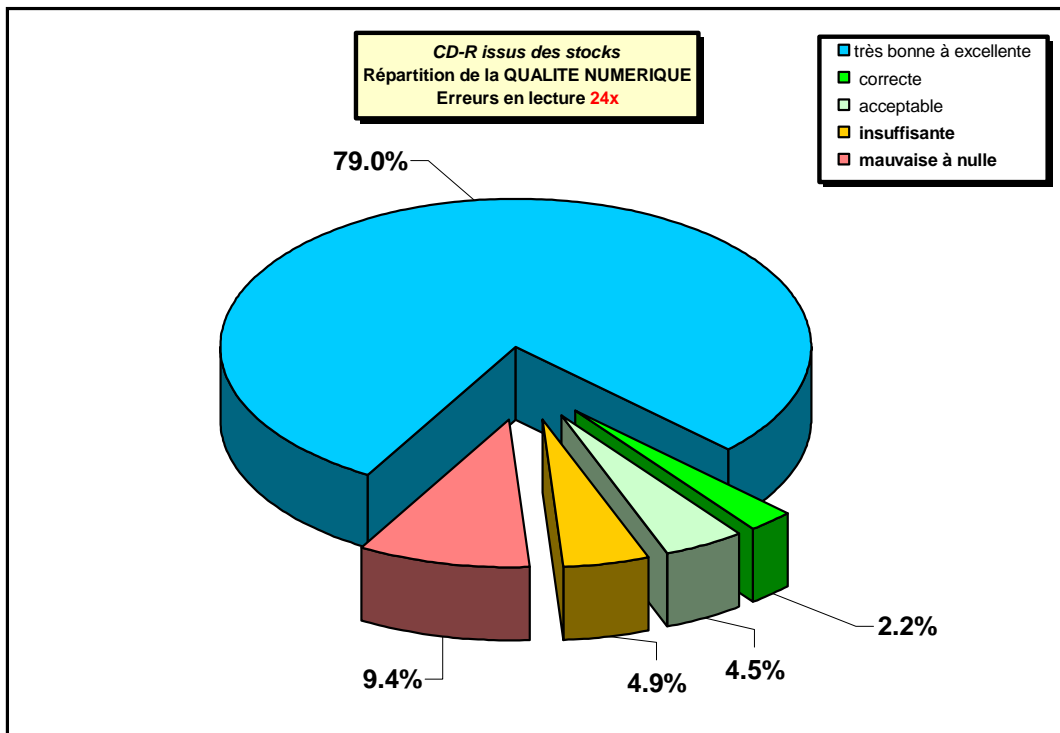
Quelque 4 % du lot se positionnent encore sur le second niveau de qualité (correcte) tandis que quatre disques présentent une qualité jugée encore acceptable.

Ainsi, tandis que 79 % des disques affichent une qualité optique au mieux acceptable, 84 % sont (pratiquement) sans défauts pour une vitesse de lecture unitaire.

Néanmoins cette proportion élevée de disques de bonne qualité numérique ne doit pas masquer la présence plus inquiétante de supports avec des défauts critiques (qualité numérique insuffisante), voire présentant un risque réel de perte de données (18 disques de qualité mauvaise ou nulle dont 6 dans cette dernière catégorie), soit un total de 31 disques (14 % du lot) dont la copie à (très) court terme est fortement conseillée.

### 7.2.3. Qualité numérique en lecture unitaire 24X

Le graphe ci-dessous présente la répartition des 224 CD-R du lot en termes de qualité numérique en vitesse de lecture élevée (24x) sur les 5 niveaux de qualité.



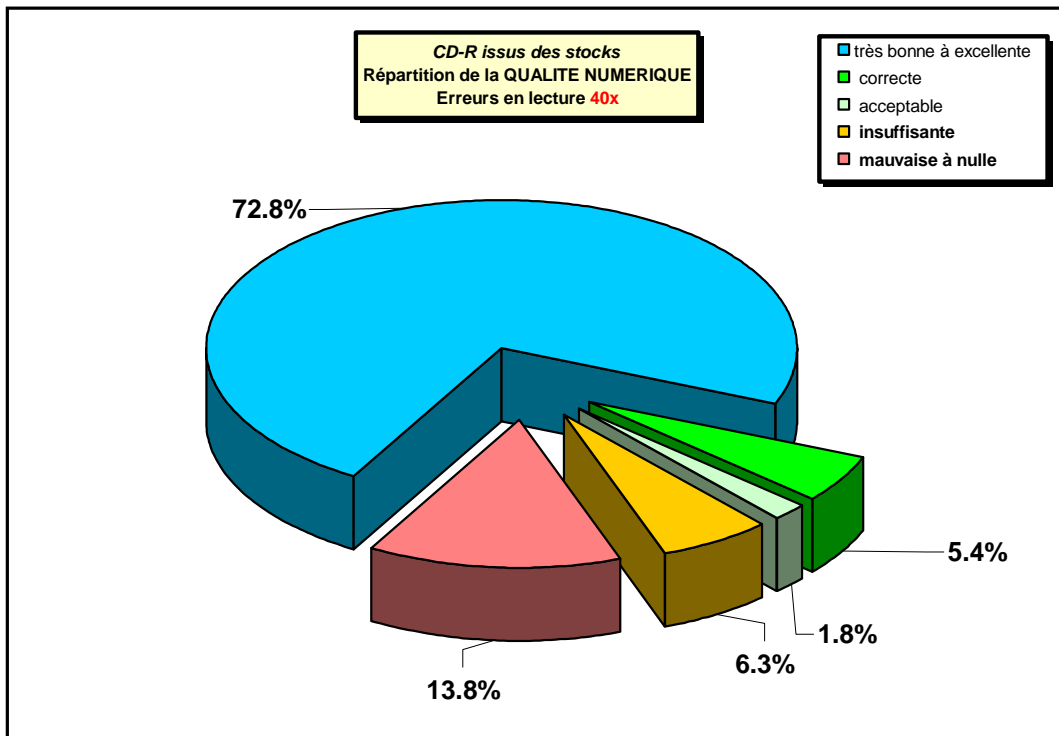
L'augmentation de la vitesse de lecture passant de 1x à 24x n'a pas eu de conséquence significative sur la répartition des disques du lot parmi les 5 niveaux de qualité, une très forte proportion reste d'un niveau très bon à excellent (79 %).

On notera tout de même que près de 10 % du lot (21 disques contre 18 en vitesse 1x) est de qualité mauvaise ou nulle (11 disques dans cette dernière catégorie contre 6 en 1x) : la vitesse nettement plus élevée a donc tendance à accentuer les défauts déjà présents sur les plus mauvais CD-R.



#### 7.2.4. Qualité numérique en lecture unitaire 40X

Le graphe ci-dessous présente la répartition des 224 CD-R du lot en termes de qualité numérique en vitesse de lecture très élevée (40x) sur les 5 niveaux de qualité.



Le passage à une vitesse de lecture très élevée se traduit par une dégradation générale de la qualité numérique, les étages correcteurs des lecteurs ne parvenant plus à corriger l'ensemble des erreurs générées.

Même s'il reste encore une nette majorité de disques de très bonne qualité (près des  $\frac{3}{4}$  du lot), 20 % des disques (contre 14 % en 1x) se retrouvent classés sur les deux derniers niveaux (qualité insuffisante à nulle).

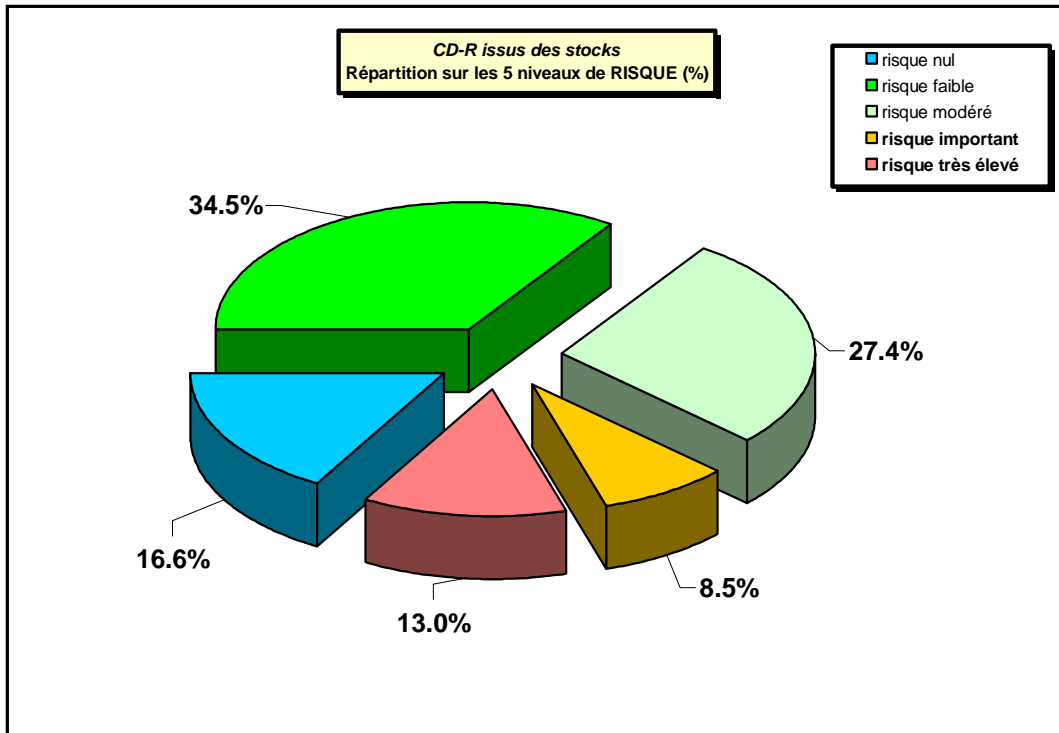
En particulier, 14 % présentent une qualité mauvaise à nulle dont 21 disques de qualité nulle (contre 11 disques en 24x et 6 en 1x).

Suite du rapport page suivante

### 7.2.5. Répartition des disques sur les 5 niveaux de risque

En fonction des résultats obtenus sur les 4 critères de qualité précédents, chacun des disques est classé sur un des 5 niveaux de l'échelle de risque définis au § 4.5. vis-à-vis de la perte de données ou/et de la difficulté de lecture.

Le graphe ci-dessous présente la répartition des 224 disques sur les 5 niveaux de risques.



### 7.2.6. Etat de conservation de l'échantillon

A partir de cette répartition des disques sur les 5 niveaux de risque, un état de la conservation de l'échantillon vu comme la réunion de l'ensemble des lots prélevés peut être dressé. Il ressort que :

- **La moitié des disques (51 %) présente peu ou pas de risques de perdre des données.** Néanmoins, les 2/3 d'entre eux (34 % de l'ensemble) sont susceptible de rencontrer des difficultés de lecture sur certains lecteurs. Une copie de ces disques peut être envisagé pour s'assurer d'une meilleure compatibilité avec les différents lecteurs.
- Des difficultés de lecture risquent d'apparaître de façon récurrente **sur un gros quart de l'échantillon (27 %).** **La perte de données n'est pas à exclure.** Une copie de ces disques doit être envisagé préventivement à court ou moyen terme. La copie à haute vitesse peut se révéler délicate ou est déconseillée.
- **Pour plus d'un disque sur 5, le risque de perdre des données est bien réel et est même très élevé pour un disque sur 8 (13 %).** Dans ce dernier cas, certaines données peuvent même être définitivement perdues.

Ces fortes proportions affichées sur les niveaux de risque important et très élevé sont problématiques pour ne pas dire inquiétantes. Pour tous ces disques, une copie plutôt à basse vitesse (4x ou 8x par exemple) est impérative à (très) court terme. Une analyse de cette copie juste après la gravure est fortement conseillée pour s'assurer qu'elle n'est pas polluée par des erreurs de nature incorrigible.

- Cependant la répartition n'est représentative que de l'ensemble des lots et **ne rend pas compte des disparités de conservation** entre les différents services d'archives. Une analyse de la qualité individuelle des lots issus des 23 services d'archives s'impose.

### 7.3. QUALITE INDIVIDUELLE DES LOTS ISSUS DES STOCKS DES SERVICES D'ARCHIVES

#### 7.3.1. Indicateurs de la qualité des lots

Afin d'apprécier la qualité individuelle des 23 lots remis par les services, plusieurs indicateurs *IND* sont utilisés :

- $IND_{12}$   $\equiv$  nombre de CD-R présentant un risque nul (indice 1) ou faible (indice 2) ;
- $IND_{45}$   $\equiv$  nombre de CD-R présentant un risque important (indice 4) ou très élevé (indice 5) ;
- $IND_{dif\_risq} = IND_{12} - IND_{45}$ , soit la différence des deux premiers indicateurs ;
- $IND_{risq\_moy}$   $\equiv$  le risque moyen défini comme la moyenne des indices de risque déterminés sur chaque disque du lot.

Chaque service d'archives n'ayant pas remis le même nombre de disques, les 3 premiers indicateurs seront exprimés en pourcentage de l'échantillon du lot remis.

**Les meilleurs lots** seront ceux pour lesquels :

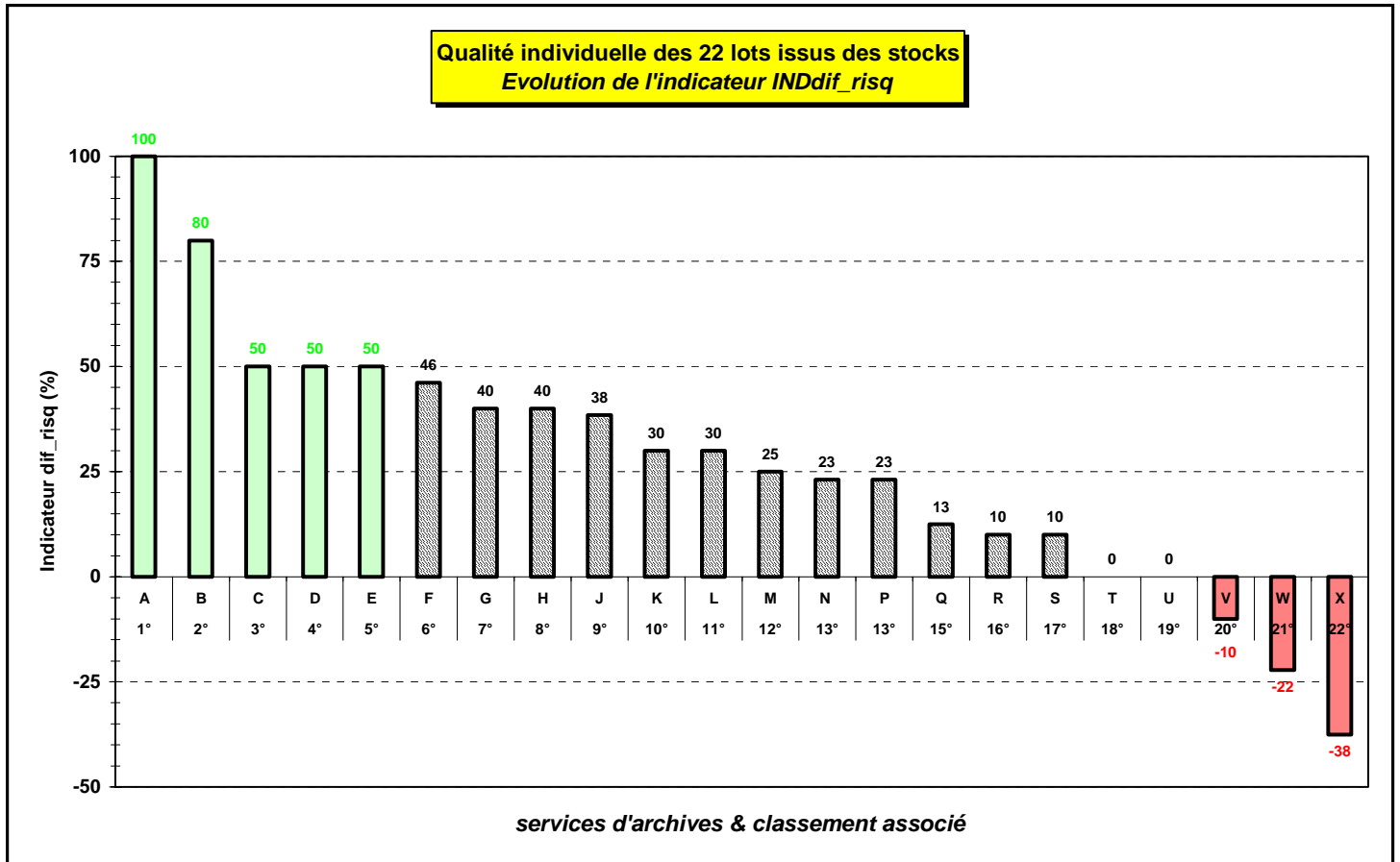
- l'indicateur  $IND_{12}$  s'approche de 100 % ;
- l'indicateur  $IND_{45}$  s'approche de 0 % ;
- l'indicateur  $IND_{dif\_risq}$  s'approche de +100 %, cet indicateur évoluant entre -100 % et +100 %;
- l'indicateur  $IND_{risq\_moy}$  s'approche de 1, le risque moyen évoluant entre 1 et 5.

Dans le cadre de l'étude, l'indicateur  $IND_{dif\_risq}$  est choisi comme critère prépondérant pour définir la qualité individuelle des lots. Il est utilisé comme clé de tri pour proposer un classement de l'ensemble des services d'archives.

**Suite du rapport page suivante**

### 7.3.2. Evolution des indicateurs en fonction du service d'archives

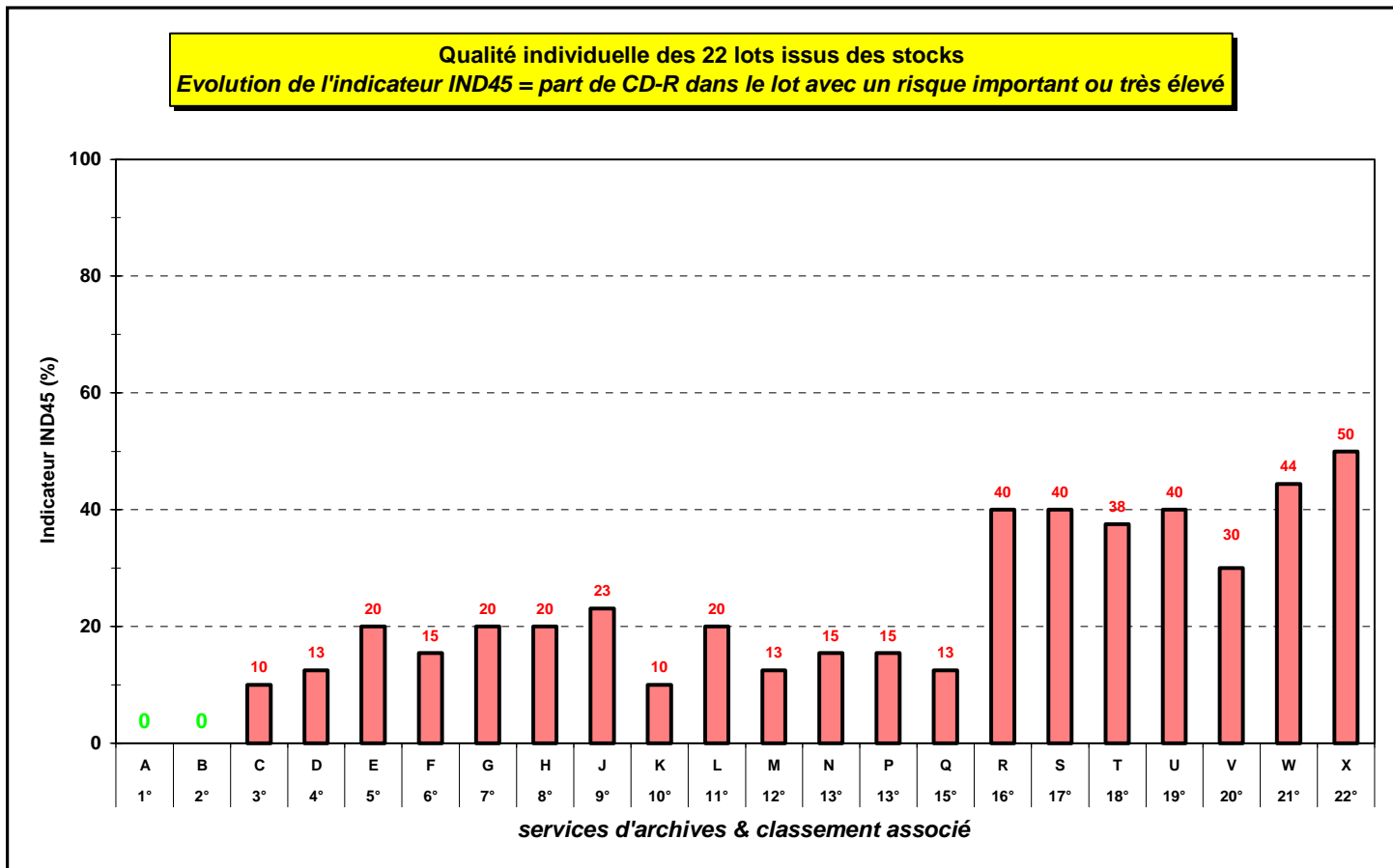
- Le graphe en barres ci-dessous donne l'évolution de l'indicateur  $IND_{dif\_risq}$  en fonction du service d'archives identifié par une unique lettre (de A à X) et de son classement, et ce pour les 22 lots<sup>8</sup> de CD-R. Sur ce graphe la barre apparaît en vert si la valeur de l'indicateur atteint ou dépasse les 50 % et en rouge si elle est négative.



Suite du rapport page suivante

<sup>8</sup> Un 23<sup>ème</sup> lot ne participe pas au classement, car seuls 3 CD-R constituent ce lot.

- Le second graphe montre l'évolution de l'indicateur IND<sub>45</sub> en fonction du service d'archives et de son classement et représente donc la part de disques dans le lot pour lesquels le risque de perdre des données est important ou très élevé. Sur ce graphe la barre apparaît en rouge si la valeur de l'indicateur est différente de 0 % (soit un ou plusieurs CD-R présentant un risque important ou très élevé).



**Suite du rapport page suivante**

• En complément du graphe précédent, le tableau suivant présente le classement des 22 lots avec les données suivantes pour chaque lot :

- l'indicateur  $IND_{12}$  apparaissant sur fond **vert** s'il dépasse 50 % ;
- l'indicateur  $IND_{45}$  apparaissant sur fond **rouge** s'il est différent de 0 % ;
- l'indicateur  $IND_{dif\_risq}$  apparaissant avec une police de couleur **verte** s'il dépasse les 50 % et **rouge** s'il est négatif ;
- l'indicateur  $IND_{risq\_moy}$  apparaissant sur fond **vert** s'il reste inférieur à 3 et sur fond **rouge** s'il dépasse 3 ;
- à titre informatif, sont également donnés l'indice de risque moyen des disques les plus anciens et celui des plus récents.

Classement	Code service d'archives	IND12 = % de CD-R avec risque 1 (nul) ou faible (2)	IND45 = % de CD-R avec risque important (4) ou très élevé (5)	INDdif_risq = IND12 - IND45	Indice de RISQUE moyen	Indice de RISQUE moyen des plus anciens	Indice de RISQUE moyen des plus récents
		OBJECTIFS >=50 %	=0%	>=50%	≤ 3	≤ 3	≤ 3
1°	A	100	0	100	1.6	1.3	2.0
2°	B	80	0	80	1.8	1.8	1.8
3°	C	60	10	50	2.3	2.3	2.2
4°	D	63	13	50	2.3	3.0	2.0
5°	E	70	20	50	2.3	2.0	2.6
6°	F	62	15	46	2.5	2.0	3.0
7°	G	60	20	40	2.1	1.6	2.8
8°	H	60	20	40	2.5	2.5	2.5
9°	J	62	23	38	2.6	2.7	2.6
10°	K	40	10	30	2.7	n.a.	n.a.
11°	L	50	20	30	2.7	2.8	2.7
12°	M	38	13	25	2.9	2.7	3.0
13°	N	38	15	23	2.8	3.0	2.7
13°	P	38	15	23	2.8	2.4	3.0
15°	Q	25	13	13	2.9	2.8	3.0
16°	R	50	40	10	3.0	3.5	2.7
17°	S	50	40	10	3.3	4.0	3.0
18°	T	38	38	0	3.0	2.7	3.2
19°	U	40	40	0	3.0	4.2	1.8
20°	V	20	30	-10	3.2	3.8	2.6
21°	W	22	44	-22	3.1	2.6	3.7
22°	X	13	50	-38	3.9	2.8	5.0
NC	non classé	100	0	100	1.7	n.a.	n.a.

### 7.3.3. Hétérogénéité des 22 lots remis pour analyse

L'ensemble des données présentées (graphes et tableau) permet de mettre en évidence l'hétérogénéité sur les différents stocks issus des services d'archives, et plus généralement l'existence de différentes familles de qualité.

#### • 2 services au sein de la meilleure famille : A & B

Sur les 22 lots étudiés, seuls 2 peuvent être classés au sein de la meilleure famille. Cette famille regroupe les lots dans lesquels aucun disque ne présente un risque important ou très élevé.

Ces deux lots sont issus des services identifiés A et B. Le lot A est particulièrement performant puisque tous les disques présentent un risque nul ou faible (20 % des disques du lot B présente un risque modéré).

Ce sont donc bien 20 lots sur 22 (90 % de l'ensemble) qui possèdent au moins 1 disque de risque important ou très élevé, justifiant leur classement au sein des familles de moindre qualité.

#### • 4 services au sein de la 2<sup>ème</sup> famille : C – D – E & F

Même si ces 4 services appartiennent à la famille qui suit la meilleure, la qualité des lots est nettement en-deçà de celle des deux meilleurs lots.

En effet, l'indicateur principal de qualité  $IND_{dif\_risq}$  ne dépasse pas les +50 % (resp. +100 % et +80 % pour les lots A et B) et au moins 10 % du lot est de risque 4 (important) ou 5 (très élevé).

#### • 9 services au sein de la 3<sup>ème</sup> famille : G – H – J – K – L – M – N – P & Q

On trouve au sein de cette famille un large éventail de profils puisque l'indicateur de qualité  $IND_{dif\_risq}$  y évolue de +13 % à +40 %.

Ainsi, les lots peuvent présenter à la fois une part importante de bons disques et trop forte de disques de risque 4 ou 5, comme les services H & J (60 % de CD-R avec risque nul ou faible, mais aussi au moins 20 % avec risque important ou très élevé).

Inversement certains lots (M, N, ...) présentent un nombre limité de disques dégradés, mais aussi peu de disques remarquables : par exemple, le lot Q possède 13 % de CD-R en risque 4 ou 5 et seulement 25 % en risque 1 ou 2 (soit une nette majorité avec un risque modéré d'indice 3).

#### • 4 services au sein de la 4<sup>ème</sup> famille : R – S – T & U

Cette famille se distingue de la précédente par une forte proportion de disques de risque important ou très élevé, en l'occurrence 40 %. La part non négligeable de bons disques (par exemple 50 % pour les services R et S) ne suffit pas à relever la qualité de lots dont l'état de conservation est préoccupant.

#### • 3 services au sein de la dernière famille : V – W & X

Peu de bons disques et une forte proportion de CD-R de risque 4 ou 5 sont les caractéristiques de cette dernière famille pour laquelle l'indicateur principal de qualité  $IND_{dif\_risq}$  est négatif.

Au regard de ces remarques, l'état de conservation de ces lots peut être jugé inquiétant. On notera tout particulièrement que l'indicateur du lot X est tombé à - 38 % (!), lot dans lequel 50 % des disques sont de risque 4 ou 5.

## 7.4. EFFET DES PARAMETRES DE GRAVURE SUR L'ETAT DE CONSERVATION DES DISQUES

De nombreux paramètres sont susceptibles de concourir à l'état de conservation des données sur un support optique tels que :

- la filière de fabrication du support : fabricant, nature du polymère, code ATIP, couche de métallisation, ... ;
- les conditions de gravure : vitesse, graveur, version de firmware, logiciel de gravure, ... ;
- le mode de réalisation : en interne ou via un prestataire ;
- la date ou la période de gravure ;
- ...

Il est proposé d'étudier l'effet d'un certain nombre de ces paramètres sur la qualité des 23 lots (224 disques) remis par les services d'archives, sous réserve de disposer de ces informations pour l'ensemble (ou une très grande majorité) des disques.

### 7.4.1. Effet de l'année de gravure

• Le tableau suivant présente pour chacune des 7 années de gravure<sup>9</sup> :

- l'effectif de l'année (nombre de CD-R) ;
- l'indicateur  $IND_{12}$  ;
- l'indicateur  $IND_{45}$  ;
- l'indicateur prépondérant de qualité  $IND_{dif\_risq}$  ;
- l'indicateur  $IND_{risq\_moy}$

*Rappel :*

- $IND_{12}$   $\equiv$  nombre de CD-R présentant un risque nul (indice 1) ou faible (indice 2) apparaissant sur fond **vert** s'il dépasse 50 % ;
- $IND_{45}$   $\equiv$  nombre de CD-R présentant un risque important (indice 4) ou très élevé (indice 5) apparaissant sur fond **rouge** s'il est différent de 0 % ;
- $IND_{dif\_risq} = IND_{12} - IND_{45}$ , soit la différence des deux premiers indicateurs apparaissant avec une police de couleur **verte** s'il dépasse les 50 % et **rouge** s'il est négatif ;
- $IND_{risq\_moy}$   $\equiv$  risque moyen défini comme la moyenne des indices de risque de chaque disque de l'année et apparaissant sur fond **vert** s'il reste inférieur à 3 et sur fond **rouge** s'il dépasse 3.

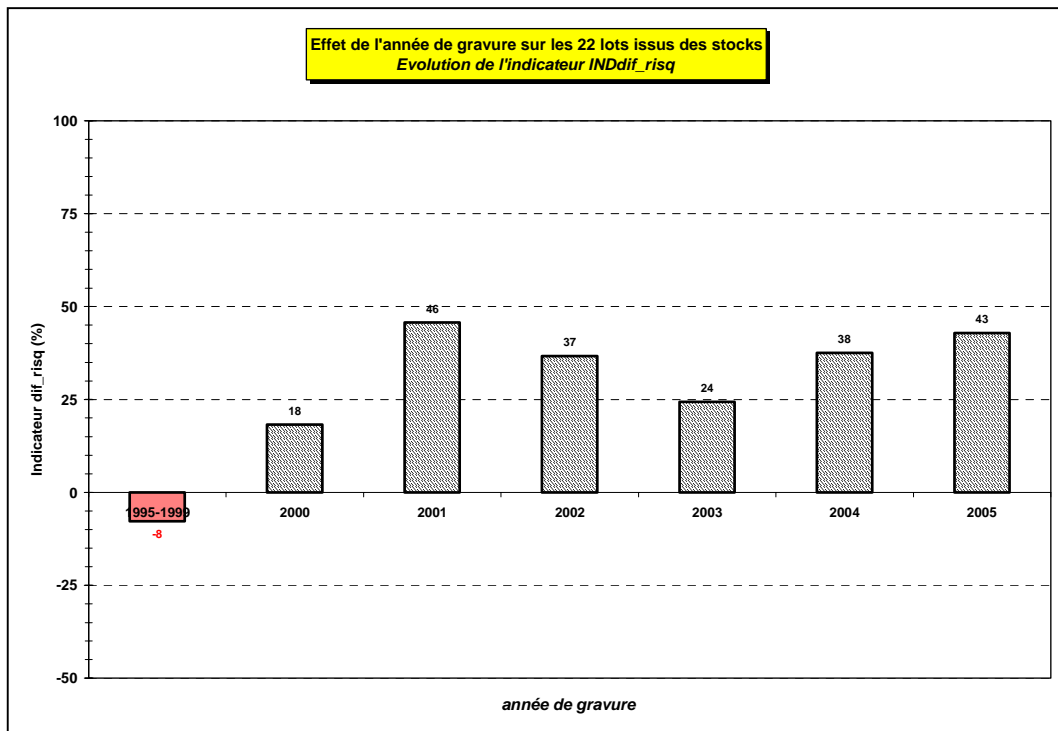
---

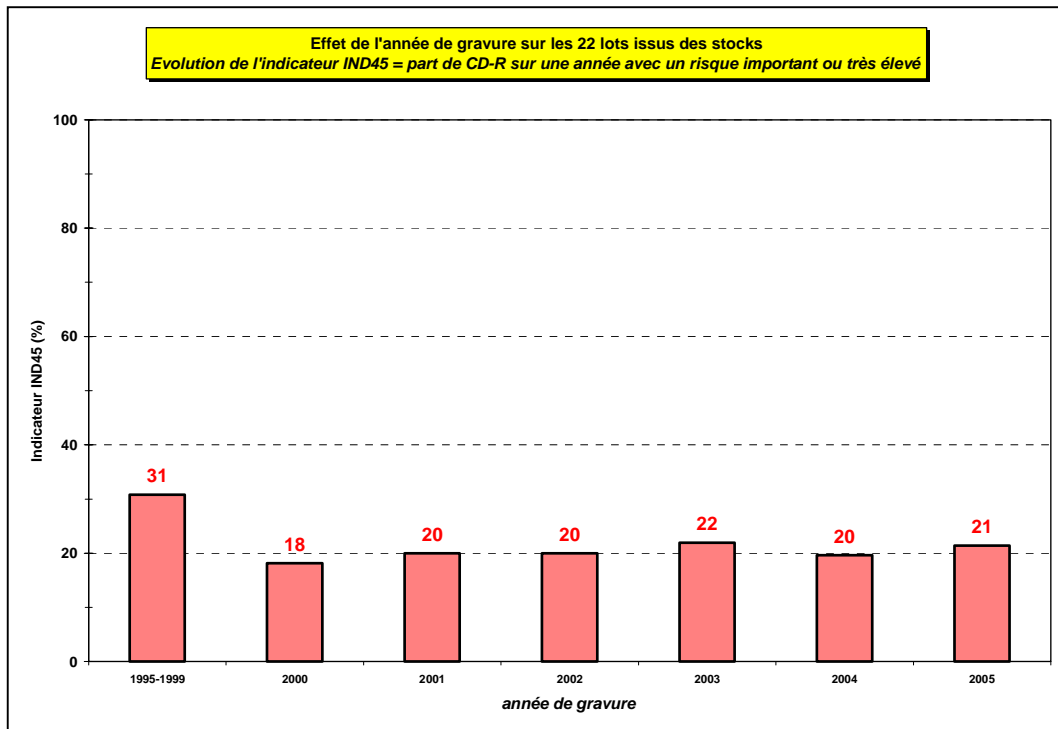
<sup>9</sup> En raison du faible effectif des années 1995 à 1999, ces 5 années ont été regroupées en une seule et repérées par la période 1995-1999.



Année de gravure	Nombre de CD-R par année	IND12 = % de CD-R avec risque 1 (nul) ou faible (2)	IND45 = % de CD-R avec risque important (4) ou très élevé (5)	INDdif_risq = IND12 - IND45	Indice de RISQUE moyen
1995-1999	26	23	31	-8	3.2
2000	22	36	18	18	2.8
2001	35	66	20	46	2.3
2002	30	57	20	37	2.6
2003	41	46	22	24	2.8
2004	56	57	20	38	2.6
2005	14	64	21	43	2.4

- Les deux graphes en barres ci-dessous montrent l'évolution respective de l'indicateur  $IND_{dif\_risq}$  et de l'indicateur  $IND_{45}$  en fonction des 7 années de gravure.





• Il ressort de ces données que :

- l'indicateur prépondérant de qualité  $IND_{dif\_risq}$  n'atteint pas 50 %, même sur la meilleure année alors que ce seuil est largement dépassé sur 5 lots de l'analyse individuelle : dans l'ensemble, on ne distingue donc pas d'année pour laquelle les gravures seraient plus particulièrement réussies ;
- ce résultat s'explique en partie par la présence, sur chacune des 6 dernières années, d'environ 20 % de disques qui présentent un risque important ou très élevé ;
- alors que les gravures ont déjà plus de 4 ans, l'année 2001 se révèle être la meilleure (suivie de peu par 2005) avec 2/3 des disques en risque nul ou faible et un indicateur  $IND_{dif\_risq}$  de 46 % ;
- avec un indicateur de qualité à seulement 24 %, 2003, année récente, présente des résultats nettement moins bons que les 2 années qui la suivent et que les 2 années qui la précèdent (de 37 à 46 % selon l'année) ;
- ces 4 années précitées (2001-2002-2004-2005) sont très homogènes :  $IND_{45}$  de 20 à 21 % et  $IND_{12}$  de 57 à 66 % ce qui tend à réduire l'effet « année de gravure » ;
- en revanche, l'année 2000 est plus en retrait des années récentes : doit-on y voir une dégradation de l'état de conservation des disques après 5 années de stockage ou/et d'utilisation ou s'agit-il de défauts plus marqués issus des opérations de gravure ? ...
- la période 95-99 paraît quant à elle de qualité limitée avec un indicateur de qualité à -8 % et 31 % de disques en risque important ou très élevé : il convient de moduler ce propos, car le service d'archives classé 19<sup>ème</sup> a fourni pour moitié la quantité de disques en risque 4 ou 5 (d'où une sur-représentation sur cette période de la part de ce service aux résultats modestes).

#### 7.4.2. Effet du mode de réalisation des gravures : en interne ou via un prestataire extérieur

Mode de réalisation	Nombre de CD-R par mode	IND12 = % de CD-R avec risque 1 (nul) ou faible (2)	IND45 = % de CD-R avec risque important (4) ou très élevé (5)	INDdif_risq = IND12 - IND45
<b>OBJECTIFS</b>		>=50 %	=0%	>=50%
<b>INTERNE</b>	59	27	34	-7
<b>via un PRESTATAIRE</b>	165	59	17	42

Alors que près des ¾ des CD-R ont été gravés par un prestataire extérieur, les résultats présentés ci-dessus parlent très nettement en faveur de ce mode de réalisation.

En effet, la part de disques présentant un risque important ou très élevé est 2 fois plus forte en réalisation interne (34 % contre 17 %).

Par ailleurs, près de 60 % des supports gravés en externe sont de très bonne qualité (risque faible ou nul) ce qui est le cas d'à peine plus d'un disque sur 4 réalisé en interne.

Au final, l'indicateur de qualité  $IND_{dif\_risq}$  des disques internes est négatif (-7%), donc mauvais, et bien éloigné de celui relevé pour les supports issus des prestataires qui atteint un niveau somme toute acceptable à +42 %.

Les services d'archives ayant fait appel à divers prestataires extérieurs, il est également intéressant d'observer la répartition sur les différents indicateurs selon le prestataire choisi<sup>10</sup>.

Suite du rapport page suivante

<sup>10</sup> Cependant, d'une manière générale, on se gardera d'incriminer les différents prestataires pour des disques présentant des risques importants ou très élevés, puisque la cause de la dégradation constatée peut être postérieure au travail de gravure du prestataire (manipulation du CD-R par ses utilisateurs, vieillissement naturel, ...)

### 7.4.3. Effet du prestataire extérieur

Dans le tableau ci-dessous, ne sont indiqués que les 8 prestataires qui ont réalisé au moins 5 disques pour un ou plusieurs services d'archives. Ces prestataires représentent les ¾ des CD-R gravés à l'extérieur des services. Le dernier ¼ a été gravé par près de 30 prestataires différents.

Prestataire	Nombre de CD-R par prestataire	IND12 = % de CD-R avec risque 1 (nul) ou faible (2)	IND45 = % de CD-R avec risque important (4) ou très élevé (5)	INDdif_risq = IND12 - IND45	Indice de RISQUE moyen
<b>OBJECTIFS</b>		>=50 %	=0%	>=50%	<= 3
<b>AA</b>	9	89	11	78	2,3
<b>BB</b>	61	80	5	75	2,0
<b>CC</b>	7	86	14	71	2,1
<b>DD</b>	8	63	38	25	2,9
<b>EE</b>	11	36	18	18	2,9
<b>FF</b>	7	29	14	14	2,9
<b>GG</b>	16	44	31	13	2,9
<b>HH</b>	5	0	100	-100	4,2

A l'exception des prestataires BB et GG, les commentaires qui suivent sont à considérer avec prudence en raison du faible échantillon représentant chacun des 6 autres prestataires.

- Au vu de ces résultats, les 3 prestataires AA, BB et CC sont de loin les plus performants avec un indicateur de qualité IND<sub>dif\_risq</sub> qui dépasse les 70 % (près de 80 % pour AA).

On soulignera plus particulièrement la réussite des gravures réalisées par BB, puisque sur 61 disques remis aux services d'archives, seuls 3 se retrouvent classés dans les risques les plus hauts.

- Les résultats de gravure des 4 prestataires suivants (DD, EE, le FF et GG) sont beaucoup plus modestes, avec, soit une part importante de disques de risque 4 ou 5 (38 % pour DD), soit une faible proportion de bons disques (par exemple, 29 % pour FF), d'où un indicateur de qualité qui oscille entre 13 et 25 %.

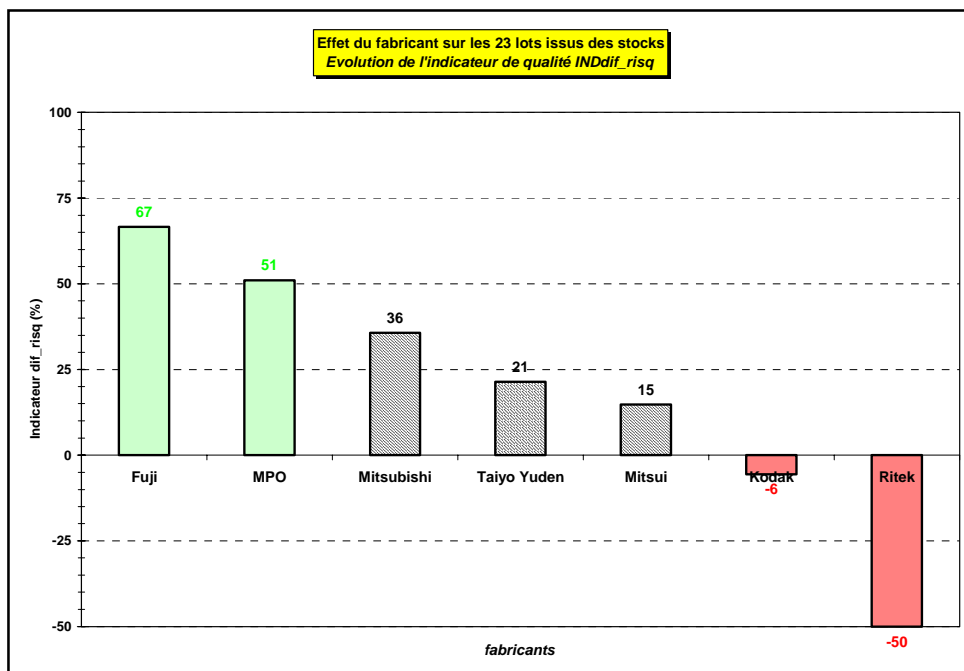
- Enfin, les 5 disques (sur 5) gravés par HH et classés en risque important ou très élevé ne nécessitent pas de commentaires.

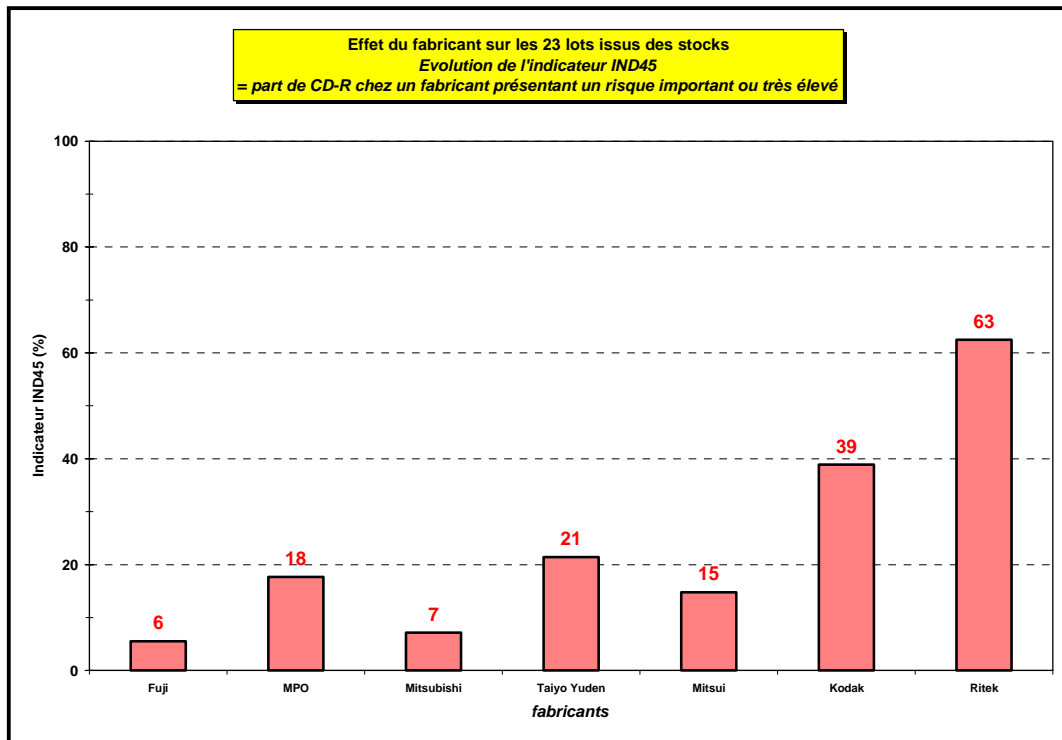
### 7.4.4. Effet du fabricant du support

Dans le tableau ci-dessous, ne sont indiqués que les 7 fabricants qui sont représentés par au moins 5 disques au sein de l'ensemble des lots. Ces fabricants représentent plus de 85 % des 224 CD-R issus des stocks. Les 30 disques restants représentent 11 autres fabricants.

Fabricant	Nombre de CD-R par prestataire	IND12 = % de CD-R avec risque 1 (nul) ou faible (2)	IND45 = % de CD-R avec risque important (4) ou très élevé (5)	INDdif_risq = IND12 - IND45	Indice de RISQUE moyen
OBJECTIFS		>=50 %	=0%	>=50%	≤ 3
Fuji	18	72	6	67	2.4
MPO	96	69	18	51	2.4
Mitsubishi	14	43	7	36	2.6
Taiyo Yuden	14	43	21	21	2.7
Mitsui	27	30	15	15	2.9
Kodak	18	33	39	-6	3.2
Ritek	8	13	63	-50	3.8

- Les deux graphes en barres ci-après montrent l'évolution respective de l'indicateur  $IND_{dif\_risq}$  et de l'indicateur  $IND_{45}$  en fonction des 7 fabricants.





- Il ressort de ces données que la qualité de gravure est fortement marquée par un effet « fabricant ». C'est ainsi que :
  - seuls deux fabricants voient leur indicateur de qualité  $IND_{dif\_risq}$  dépasser les +50 % : Fuji (67 %) et MPO (51 %) ;
  - parallèlement, deux fabricants présentent un indicateur de qualité négatif : faiblement pour Kodak à -6% et très nettement (à -50 %) pour Ritek ;
  - la proportion de disques présentant un risque important ou très élevé (indicateur  $IND_{45}$ ) évolue entre 6 % et 63 %.

Dans le détail, on relève que :

- la performance est d'autant plus remarquable pour Fuji que seuls 6 % des disques présentent un risque important ou très élevé. Elle est effectivement moindre pour MPO avec 18 % des disques touchés, mais avec 69 % de disques avec un risque faible ou nul, MPO fait pratiquement jeu égal avec Fuji (72 %) sur un échantillon beaucoup plus large (96 individus contre seulement 18 disques Fuji) ;
- à l'autre extrémité du spectre de qualité, Ritek enregistre de (très) mauvais résultats<sup>11</sup> parmi lesquels 63 % de disques avec un risque important ou très élevé. Même meilleurs, les résultats de Kodak ne sont guère plus enviables avec un indicateur  $IND_{45}$  à près de 40 % ;
- sans atteindre les performances de MPO ou Fuji, celles de Mitsubishi sont néanmoins intéressantes : indicateur de qualité à +36 %, mais surtout seulement de 7 % de CD-R en risque 4 ou 5 ;
- les résultats sur les deux fabricants Taiyo Yuden et Mitsui sont plus modestes : présence notable de disques de risque 4 ou 5 et indicateur de qualité limité respectivement à +21 % et +15 %.

<sup>11</sup> attention néanmoins à un effectif réduit à 8 individus

#### 7.4.5. Effet de la couche de métallisation : « or » ou non

Couche de métallisation	Nombre de CD-R par couche	IND12 = % de CD-R avec risque 1 (nul) ou faible (2)	IND45 = % de CD-R avec risque important (4) ou très élevé (5)	INDdif_risq = IND12 - IND45	Indice de RISQUE moyen
OBJECTIFS		≥50 %	=0%	≥50%	≤ 3
OR	91	55	18	37	2.5
autre	123	47	26	21	2.8

Avec un peu plus de 40 % des CD-R métallisés en "or", les résultats présentés ci-dessus parlent plutôt en faveur de ce mode de métallisation.

En effet, la part de disques présentant un risque important ou très élevé est significativement plus élevée lorsque la métallisation n'est pas réalisée en or (26 % contre 18 %). Cependant la couche "or" ne suffit pas à garantir un bon résultat puisque le classement d'un disque sur 5 en risques 4 ou 5 ne peut pas être considéré comme quantité négligeable<sup>12</sup>.

Sur les meilleurs disques, les deux types de métallisation présentent des résultats peu éloignés : un peu plus d'un disque sur 2 avec une métallisation "or" sont de très bonne qualité (risque faible ou nul) contre un peu moins d'un sur 2 pour un autre type de métallisation.

Au final, l'indicateur de qualité  $IND_{dif\_risq}$  des disques "or" est clairement supérieur à celui des disques non-métallisés "or" (+37 % contre + 21%), mais reste en deçà de l'objectif des + 50 %.

#### 7.4.6. Effet d'autres paramètres de gravure

En raison du trop faible effectif représentant les autres paramètres susceptibles d'influer sur la qualité de gravure et l'état de conservation des disques, l'étude de ces paramètres complémentaires ne peut être envisagée.

La proportion de disques pour lesquels nous disposons de l'information relative à ces paramètres est indiquée ci-dessous :

- vitesse de gravure : 25 %
- modèle de graveur : 32 %
- version de firmware : 13 %
- logiciel de gravure : 32 %

<sup>12</sup> Il est au demeurant fort probable que les gravures de ces disques "or" n'étaient pas réussies dès l'instant de gravure et que donc la métallisation noble en "or" n'a pas pu jouer sur l'état de conservation du support.

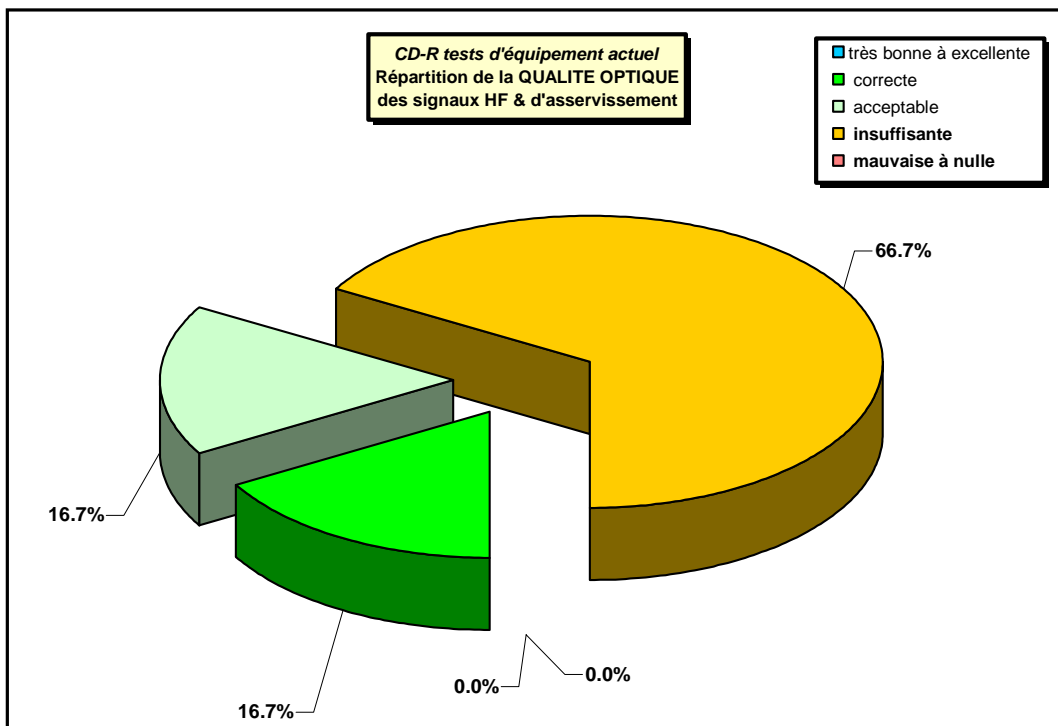
## 7.5. QUALITE DE PRODUCTION ACTUELLE DES ATELIERS DE NUMERISATION

12 services publics d'archives ont remis au LNE pour analyse des CD-R issus des ateliers de numérisation en vue d'apprécier la qualité de production actuelle des équipements de gravure.

Les services concernés ont remis chacun entre 1 et 3 disques totalisant 30 CD-R sur les 12 services.

### 7.5.1. Qualité optique des signaux HF et d'asservissement

Le graphe ci-dessous présente la répartition des 30 CD-R en terme de qualité optique des signaux HF et d'asservissement sur les 5 niveaux<sup>13</sup> de qualité présentés au § 4.4.



Il apparaît que les meilleurs disques ne sont classés que sur le second niveau de qualité, aucun ne l'étant sur le plus haut, et encore cela ne concerne-t-il qu'un disque sur 6 (17 %).

La même proportion de disques présente une qualité acceptable.

En fait, une nette majorité de CD-R (20 sur 30, soit les 2/3) sont de qualité insuffisante avec un certain nombre de critères nettement en dehors des spécifications exigées.

On notera que cette répartition est nettement moins favorable que pour les lots issus des stocks (21 % sur les deux meilleurs niveaux contre 17 % ici et 36 % sur les deux plus mauvais contre 67 %)

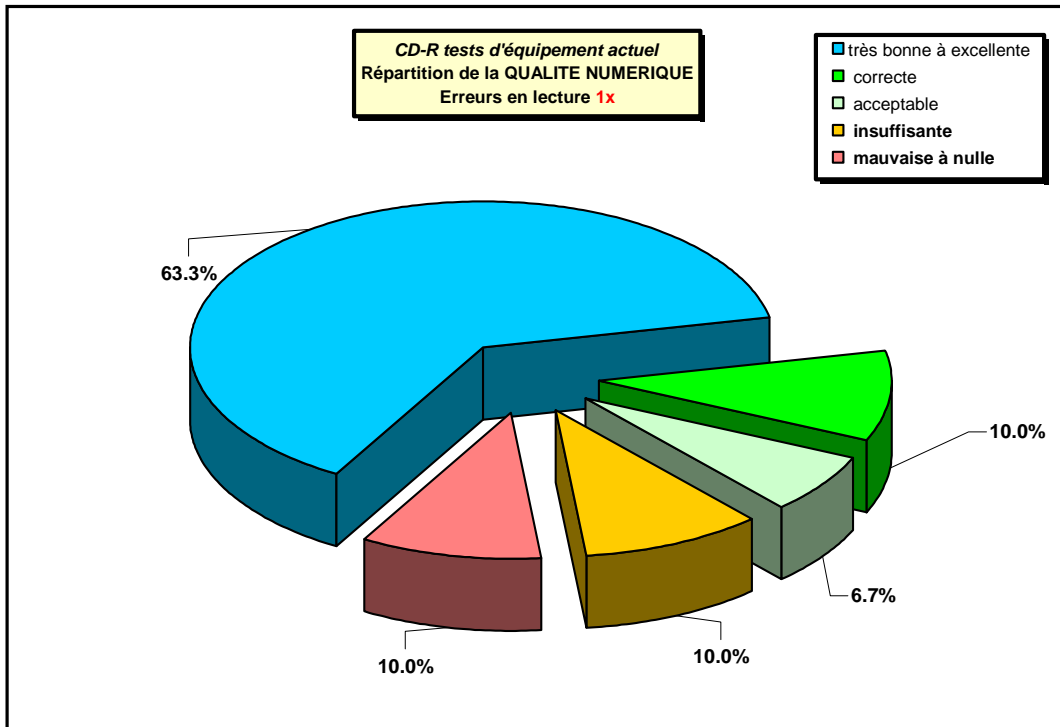
Globalement, la qualité des données gravées par les équipements actuels est donc une problématique bien réelle, puisque seulement 1 disque sur 6 est susceptible d'être lu sans difficulté particulière. Compte tenu de ces résultats il conviendra d'être particulièrement vigilant à l'évolution des disques gravés avec ces équipements : des disques de qualité optique insuffisante à l'instant de gravure conduisent à une dégradation presque inéluctable des données à relativement court terme.

<sup>13</sup> Les deux niveaux situés en haut de l'échelle (qualités "très bonne" et "excellente"), ainsi qu'au bas de l'échelle (qualités "mauvaise" et "nulle") ont été regroupés en un seul pour une meilleure lisibilité des graphes.



### 7.5.2. Qualité numérique en lecture unitaire 1X

Le graphe ci-dessous présente la répartition des 30 CD-R en termes de qualité numérique en vitesse de lecture unitaire 1x sur les 5 niveaux de qualité.



Cette représentation tend à montrer que la qualité numérique à la plus basse vitesse d'utilisation (1x) est bonne puisque les 2/3 des disques sont de très bonne, voire d'excellente qualité auxquels s'ajoutent 10 % de disques de qualité correcte.

Ainsi, tandis que tout juste 1 disque sur 3 affiche une qualité optique au moins acceptable, près des 3/4 sont (pratiquement) sans défauts à une vitesse de lecture unitaire.

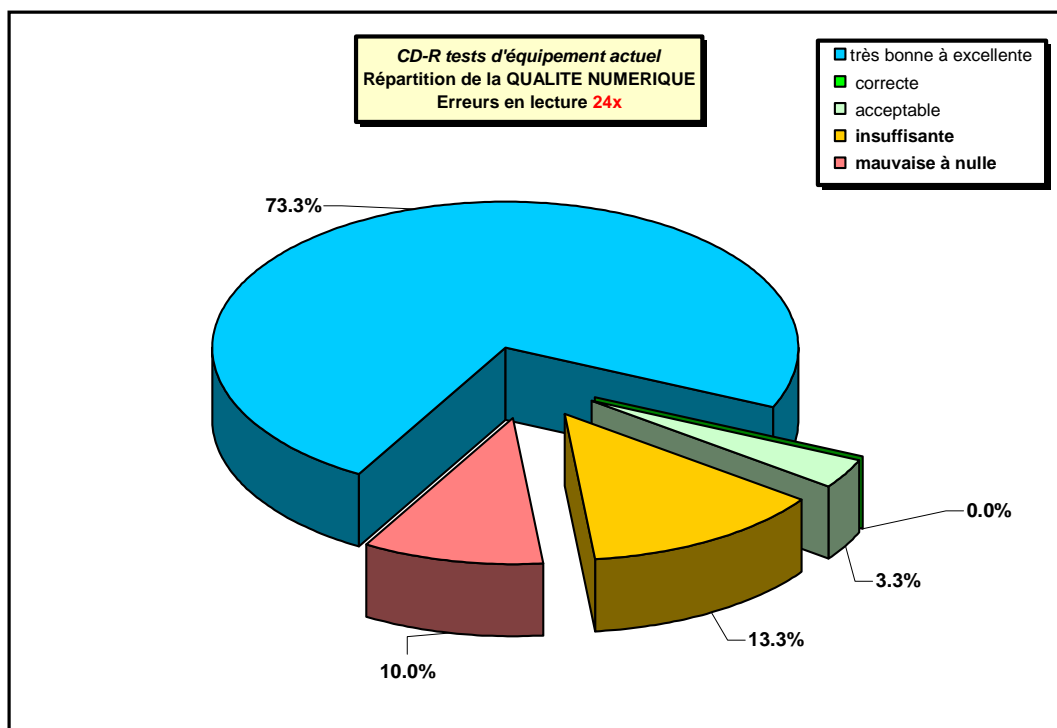
Mais attention aux quelques 20 % de disques présentant des défauts majeurs et dont la production actuelle dans les ateliers de numérisation est pour le moins inquiétante : la conservation des données sur supports optiques implique qu'aucun disque de qualité numérique insuffisante ou mauvaise ne devrait être produit.

La présence de ces disques à la plus petite vitesse de lecture est suffisante pour remettre en cause les équipements de gravure impliqués.

Suite du rapport page suivante

### 7.5.3. Qualité numérique en lecture unitaire 24X

Le graphe ci-dessous présente la répartition des 30 CD-R en termes de qualité numérique en vitesse de lecture élevée (24x) sur les 5 niveaux de qualité.

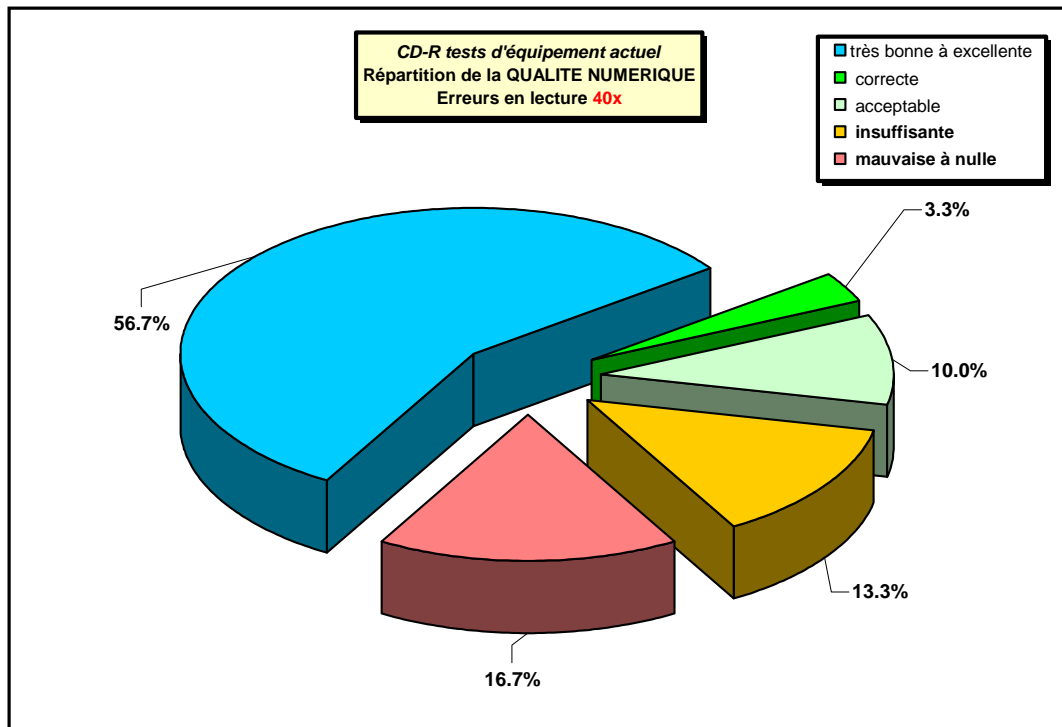


L'augmentation de la vitesse de lecture à 24x vient confirmer les propos établis à basse vitesse, à savoir près de  $\frac{3}{4}$  des disques d'un niveau très bon à excellent et 23 % de qualité insuffisante ou mauvaise (1 disque de plus qu'en 1x sur le niveau insuffisant).

**Suite du rapport page suivante**

#### 7.5.4. Qualité numérique en lecture unitaire 40X

Le graphe ci-dessous présente la répartition des 224 CD-R du lot en termes de qualité numérique en vitesse de lecture très élevée (40x) sur les 5 niveaux de qualité.



En revanche, le passage à une vitesse de lecture très élevée se traduit par une dégradation générale de la qualité numérique, la correction des erreurs par les différents étages correcteurs des lecteurs étant de plus en plus difficile.

Ainsi même s'il reste encore une majorité de disques sur les deux meilleurs niveaux, cette proportion s'est abaissée, passant de 73 % à 60 %.

Et plus significatif, le nombre de disques classés sur les deux derniers niveaux est passé de 20 % (valeur déjà élevée) à 30 %. En particulier, 17 % présentent une qualité mauvaise à nulle.

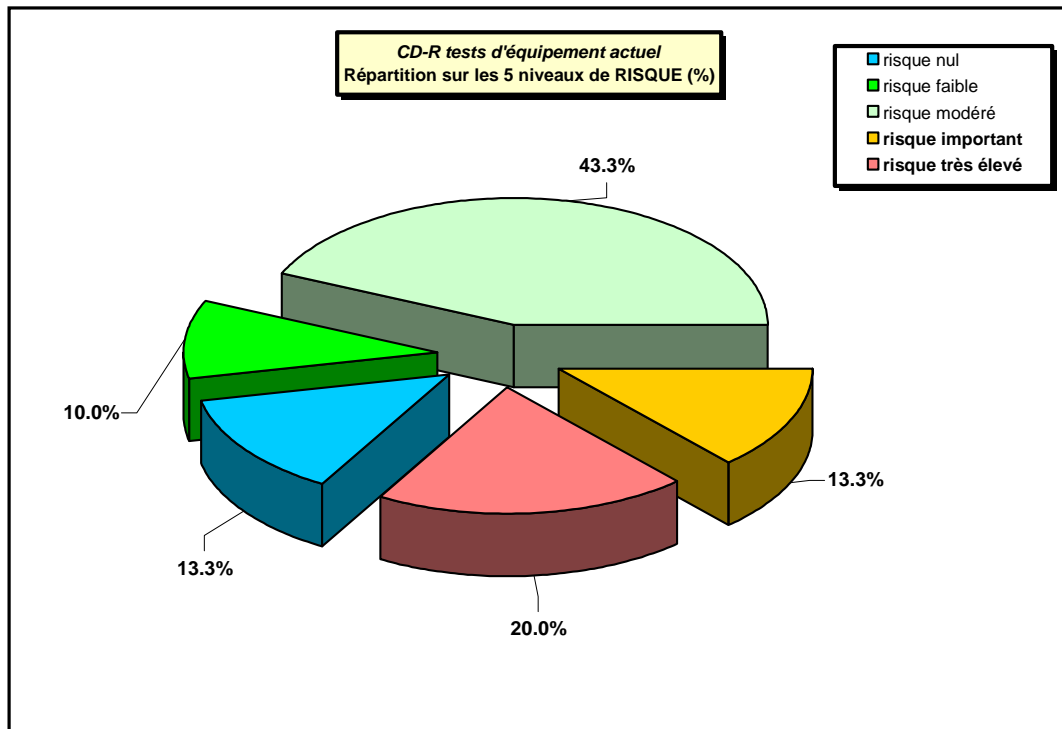
Ces derniers résultats montrent si cela était encore nécessaire l'insuffisance de certains équipements de gravure.

Suite du rapport page suivante

### 7.5.5. Répartition des disques sur les 5 niveaux de risque

En fonction des résultats d'analyse des disques selon les 4 critères de qualité optique des signaux, de qualité numérique à vitesse de lecture unitaire (1x) et de qualité numérique à vitesse de lecture élevée (24x) et très élevée (40x), chacun des disques est classé sur l'échelle de risque présenté par ce disque vis-à-vis de la perte de données ou/et de la difficulté de lecture.

Le graphe ci-dessous présente la répartition des 30 disques **sur les 5 niveaux de risques** de l'échelle.



### 7.5.6. Bilan sur la qualité de production des équipements de gravure actuels

A partir de cette répartition des disques sur les 5 niveaux de risque, un bilan de la qualité de production des 12 équipements de gravure actuels peut être dressé. Il ressort que :

- **A peine ¼ des disques (23 %) présente peu ou pas de risques de perdre des données.** C'est peu au regard des attentes que l'on peut avoir vis-à-vis d'équipements censés produire des données dont la conservation doit être assurée sur le long terme.
- Des difficultés de lecture risquent d'apparaître de façon récurrente **sur plus de 40 % de l'échantillon. La perte de données n'est pas à exclure.** La qualité de production de ces disques ne paraît donc pas tout à fait suffisante, certains paramètres de la chaîne de gravure nécessitant visiblement un ajustement (vitesse, support, graveur, ...).
- **Pour un disque sur 3, le risque de perdre des données est bien réel et est même très élevé pour un disque sur 5.** Dans ce dernier cas, certaines données sont peut-être déjà perdues.

Ces fortes proportions affichées sur les niveaux de risque important et très élevé sont pour le moins inquiétantes<sup>14</sup>. Les différentes composantes des équipements de gravure dont sont issus

<sup>14</sup> En dépit d'un effectif réduit testé (1 à 3 disques pour les services en ayant remis), les résultats trouvés sur ces quelques disques sont suffisamment problématiques pour les considérer avec intérêt et se placer dans une perspective de contrôle plus approfondi des équipements de gravure existants.

ces disques sont donc à revoir fondamentalement si les ateliers de numérisation concernés souhaitent produire des disques dont la conservation sera garantie sur une période suffisante.

### 7.5.7. Qualité individuelle des CD-R issus des équipements actuels

• En complément du bilan d'ensemble établi pour les 30 CD-R issus des équipements de gravure actuels, le tableau suivant présente pour chacun des services ayant remis au moins un disque les points suivants :

- le nombre de CD-R de test effectivement remis pour analyse (de 1 à 3) ;
- l'indice de risque moyen de ces disques ;
- le nombre de CD-R présentant un risque 4 (important) ou 5 (très élevé).

Code service d'archives	Nombre de CD-R pour test de l'équipement de gravure	Indice de RISQUE moyen	Nombre de Cd-R avec risque 4 ou 5
<b>OBJECTIFS</b>	<b>3</b>	<b>≤ 3</b>	<b>= 0</b>
A	3	3.0	0
E	3	2.3	0
F	2	3.5	1
G	3	4.0	2
K	3	3.0	0
L	3	5.0	3
M	2	2.0	0
N	2	3.0	0
Q	1	3.0	0
U	3	2.0	1
W	3	3.7	2
X	2	3.5	1

- Sur les 12 services ayant remis au moins un disque, il ressort que :
  - seule la moitié a produit des disques exempts de risque 4 ou 5 ;
  - sur ces 6 services, 4 ont produit en totalité des disques de risque 3 (modéré), situant ces services juste au niveau de l'objectif visé (risque moyen inférieur ou égal à 3 sans disques de risque 4 ou 5) ;
  - au final, seuls 2 services (E & M) ont pu faire mieux que l'objectif avec un risque moyen respectif de 2,3 et 2,0 ;

- le service "U" a réalisé une production hétérogène : 2 très bons disques, mais le 3<sup>ème</sup> de risque important ;
- les deux services "F" et "X" n'ont remis que deux disques chacun dont un avec un risque important ("F") ou très élevé ("X") ;
- la production des services "G" et "W" est particulièrement inquiétante : 2 des 3 disques sont de risque important ("G") ou très élevé ("W") ;
- enfin, l'équipement de gravure du service "L" est à revoir d'urgence puisque les 3 disques remis présentent un risque très élevé.

## 8. CONCLUSIONS

23 services publics d'archives (identifiés par une lettre de "A" à "X") ont transmis 254 CD-R au LNE en vue d'apprécier la qualité de l'information enregistrée sur ces supports optiques. Les résultats d'analyse de ces disques répartis en deux familles distinctes ont permis :

- de connaître l'état de conservation des données enregistrées au cours des différentes années de numérisation par les services publics d'archives (analyse de 224 disques issus des 23 stocks) ;
- d'établir un état des lieux des différentes pratiques d'archivage sur CD-R au sein des services publics qui en ont la charge (analyse de 30 disques issus de 12 ateliers de numérisation).

En raison du volume restreint de disques prélevés (que ce soit dans les stocks ou dans les ateliers de numérisation), il n'était pas été envisageable d'appliquer un plan d'expérience à cette étude et on se gardera donc d'extrapoler à l'ensemble des populations les conclusions issues de ces échantillons.

Cependant ces analyses permettent de tirer les premiers enseignements sur l'état qualitatif de conservation des collections et sur la qualité de production actuelle des gravures dans les ateliers.

### 8.1. QUALITE DES LOTS ISSUS DES STOCKS DES SERVICES D'ARCHIVES

#### 8.1.1. Etat de conservation de l'échantillon

L'analyse des 224 disques issus des 23 stocks des services publics d'archives conduit à dresser un état de la conservation de l'échantillon vu comme la réunion de l'ensemble des lots prélevés. Il ressort que :

- **La moitié des disques (51 %) présente peu ou pas de risques de perdre des données.** Néanmoins, les 2/3 d'entre eux (34 % de l'ensemble) sont susceptible de rencontrer des difficultés de lecture sur certains lecteurs. Une copie de ces disques peut être envisagé pour s'assurer d'une meilleure compatibilité avec les différents lecteurs.
- **Des difficultés de lecture** risquent d'apparaître de façon récurrente **sur un gros quart de l'échantillon (27 %).** **La perte de données n'est pas à exclure.** Une copie de ces disques doit être envisagé préventivement à court ou moyen terme. La copie à haute vitesse peut se révéler délicate ou est déconseillée.
- **Pour plus d'un disque sur 5, le risque de perdre des données est bien réel et est même très élevé pour un disque sur 8 (13 %).** Dans ce dernier cas, certaines données peuvent même être définitivement perdues.

Ces fortes proportions affichées sur les niveaux de risque important et très élevé sont problématiques pour ne pas dire inquiétantes. Pour tous ces disques, une copie plutôt à basse vitesse (4x ou 8x par exemple) est impérative à (très) court terme. Une analyse de cette copie juste après la gravure est fortement conseillée pour s'assurer qu'elle n'est pas polluée par des erreurs de nature incorrigible.

### 8.1.2. Qualité individuelle des lots

Une analyse de la qualité individuelle des lots issus des 22 services d'archives<sup>15</sup> a mis en évidence de fortes disparités de conservation entre les différents services. Il a ainsi été possible d'identifier l'existence de 5 familles aux qualités bien distinctes :

- **Seuls 2 lots sont classés au sein de la meilleure famille** (services A & B).

Cette famille regroupe les lots dans lesquels aucun disque ne présente de risque important ou très élevé.

Ce sont donc bien **20 lots sur 22** (90 % de l'ensemble) qui **possèdent au moins 1 disque de risque important ou très élevé**, justifiant leur classement au sein des familles de moindre qualité.

- Même si 4 services (C – D – E & F) appartiennent à la famille qui suit la meilleure, la qualité des 4 lots est nettement en-deçà de celle des deux meilleurs lots.
- On trouve au sein de la 3<sup>ème</sup> famille 9 services (G – H – J – K – L – M – N – P & Q) avec un large éventail de profils.

Ainsi, certains lots présentent à la fois une part importante de bons disques et trop forte de disques de risque important ou très élevé (services H & J).

Inversement, d'autres lots (M, N, ...) présentent un nombre limité de disques dégradés, mais également peu de disques remarquables.

- 4 services sont regroupés au sein de la 4<sup>ème</sup> famille (R – S – T & U) qui se distingue de la précédente par une forte proportion de disques de risque important ou très élevé, en l'occurrence 40 %.

La part non négligeable de bons disques ne suffit pas à relever la qualité des 4 lots dont **l'état de conservation est préoccupant**.

- Enfin peu de bons disques et une forte proportion de CD-R (jusqu'à 50 %) avec un risque important ou très élevé sont les caractéristiques de la dernière famille dans laquelle on trouve les lots issus de 3 services (V – W & X).

Au regard de ces remarques, **l'état de conservation de ces 3 lots peut être jugé inquiétant**.

---

<sup>15</sup> Un 23<sup>ème</sup> lot ne participe pas au classement, car seuls 3 CD-R constituent ce lot.

### 8.1.3. Effet des paramètres de gravure sur l'état de conservation des disques

Parmi les nombreux paramètres susceptibles de concourir à l'état de conservation des données sur un support optique tels que la filière de fabrication du support, les conditions de gravure, le mode de réalisation (interne ou prestataire extérieur) ou l'année de gravure, certains ont pu être étudiés afin d'apprécier leur effet sur la qualité des 23 lots.

Ainsi il est apparu que :

- **l'âge des disques** (ou leur année de gravure) **est peu corrélé à leur qualité** : par exemple, sur chacune des 6 dernières années, environ 20 % des disques présentent un risque important ou très élevé. Dans l'ensemble, l'année 2001 se révèle être la meilleure tandis que 2003, année plus récente, présente des résultats nettement moins bons ;
- **le mode de réalisation a un effet très marqué** sur la qualité des gravures, les résultats parlant très nettement en faveur de la gravure par un prestataire extérieur ;
- **le choix du prestataire est également important** puisque l'on trouve significativement de meilleures gravures auprès des prestataires *AA*, *BB* et *CC* ;
- la qualité de gravure est **fortement marquée par un effet "fabricant"**, de (très) bons résultats ayant été obtenus par les disques *Fuji* et *MPO*. Inversement, les disques *Kodak* et surtout *Ritek* ont révélé de mauvaises gravures ;
- enfin, les analyses parlent **plutôt en faveur d'une métallisation "or"**.

## 8.2. QUALITE DE PRODUCTION ACTUELLE DES ATELIERS DE NUMERISATION

### 8.2.1. Bilan sur la qualité de production des équipements de gravure actuels

A partir de l'analyse des 30 disques issus des 12 ateliers de numérisation, un bilan de la qualité de production des équipements de gravure actuels peut être établi :

- **A peine ¼ des disques (23 %) présente peu ou pas de risques de perdre des données.** C'est peu au regard des attentes que l'on peut avoir vis-à-vis d'équipements censés produire des données dont la conservation doit être assurée sur le long terme.
- **Des difficultés de lecture** risquent d'apparaître de façon récurrente **sur plus de 40 % de l'échantillon. La perte de données n'est pas à exclure.** La qualité de production de ces disques ne paraît donc pas tout à fait suffisante, certains paramètres de la chaîne de gravure nécessitant visiblement un ajustement (vitesse, support, graveur, ...).
- **Pour un disque sur 3, le risque de perdre des données est bien réel et est même très élevé pour un disque sur 5.** Dans ce dernier cas, certaines données sont peut-être déjà perdues.

Ces fortes proportions affichées sur les niveaux de risque important et très élevé sont pour le moins inquiétantes<sup>16</sup>. Les différentes composantes des équipements de gravure dont sont issus ces derniers disques sont donc à revoir fondamentalement si les ateliers de numérisation concernés souhaitent produire des disques dont la conservation sera garantie sur une période suffisante.

---

<sup>16</sup> En dépit d'un effectif réduit testé (1 à 3 disques pour les services en ayant remis), les résultats trouvés sur ces quelques disques sont suffisamment problématiques pour les considérer avec intérêt et se placer dans une perspective de contrôle plus approfondi des équipements de gravure existants.



### **8.2.2. Qualité individuelle des CD-R issus des équipements actuels**

L'analyse de la qualité individuelle des 12 lots montre principalement que :

- seule la moitié des services a pu produire des disques exempts de risque important ou très élevé ;
- sur ces 6 services, seuls 2 (E & M) ont pu faire mieux que l'objectif minimal ;
- la production de 3 services (G – W & L) est particulièrement inquiétante avec au moins 2 des 3 disques de risque important ou très élevé.