

## COURS N° 2

### Chapitre II : Les stratégies de la maintenance

---

Module :

CARACTERSATION ET MAINTENANCE  
DES MOIYENS

---

Sciences du Lundi 14/12/2020

De 10h00 à 11h00 : Groupe 1

De 11h00 à 12h00 : Groupe 2

## Chapitre II Les stratégies de la maintenance

### 1. Place du service maintenance dans l'entreprise

Les installations, les équipements, tendent à se détériorer dans le temps sous l'action de causes multiples : usures, déformations dues au fonctionnement, action des agents corrosifs (agents chimiques, atmosphériques, etc.).

Ces détériorations peuvent provoquer l'arrêt de fonctionnement (panne); diminuer les capacités de production; mettre en péril la sécurité des personnes; provoquer des rebuts ou diminuer la qualité; augmenter les coûts de fonctionnement (augmentation de la consommation d'énergie, etc.); diminuer la valeur marchande de ces moyens.

Dans tous les cas ces détériorations engendrent des coûts directs ou indirects supplémentaires.

Le service maintenance, comme le service de sécurité, devient une interface entre toutes les entités qui composent l'entreprise.

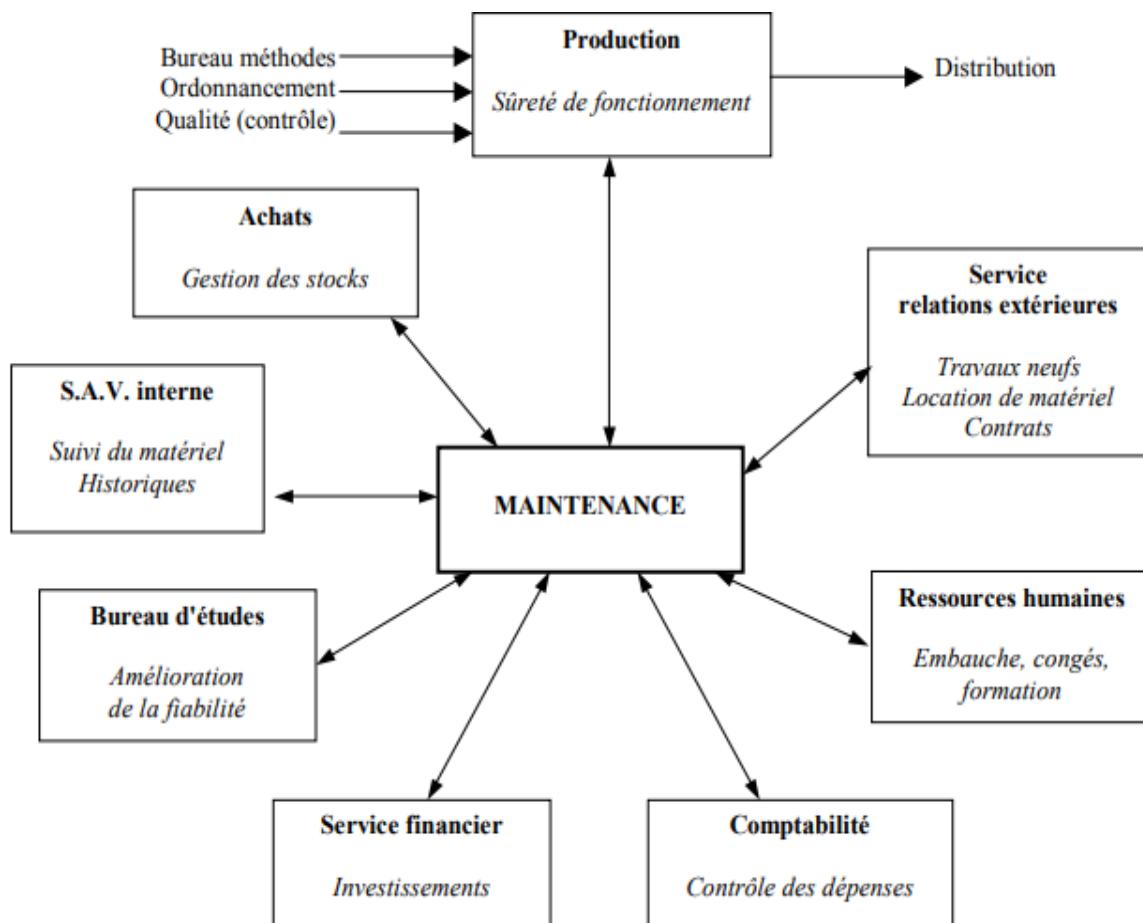


Figure 2- les entités qui composent l'entreprise

## 2. LES MÉTHODES DE LA MAINTENANCE

### 2.1 Notion de défaillance

Définition de la défaillance selon la norme NF X 60 – 011 : « altération ou cessation d'un bien à accomplir sa fonction requise ».

Synonymes usuels non normalisés : « failure » (anglais), dysfonctionnement, dommages, dégâts, anomalies, avaries, incidents, défauts, pannes, détériorations.

Une défaillance peut être :

- Partielle : s'il y a altération d'aptitude du bien à accomplir sa fonction requise.
- Complète : s'il y a cessation d'aptitude du bien à accomplir sa fonction requise.
- Intermittente : si le bien retrouve son aptitude au bout d'un temps limité sans avoir subi d'action corrective externe.

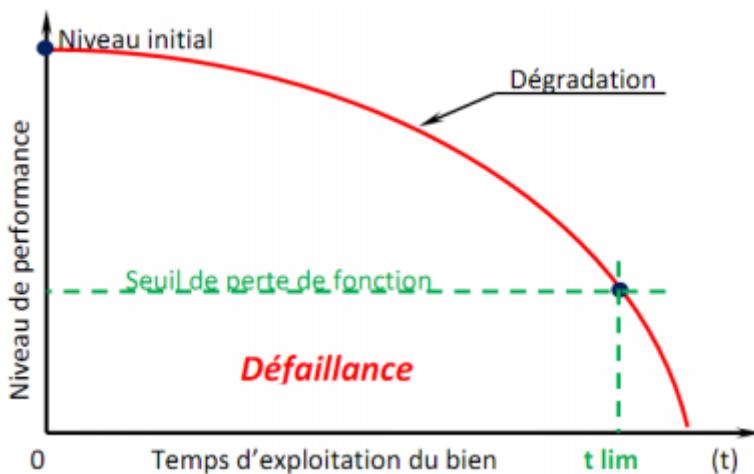


Figure 3- Dégradation du bien et durée de vie

#### 2.1.1 Définitions

- ✓ **Fonction requise** : Fonction d'un produit dont l'accomplissement est nécessaire pour la fourniture d'un service donné. Une fonction requise pourra être une fonction seule ou un ensemble de fonctions. La notion du service pourra recouvrir une mission, c'est à dire une succession de phases par lesquelles doit passer le produit sur un intervalle du temps donné.
- ✓ **Dégradation** : État d'une entité présentant une perte de performances d'une des fonctions assurées par celle-ci ou alors un sous-ensemble lui-même dégradé, voire défaillant, sans conséquence fonctionnelle sur l'ensemble. On peut aussi parler de dérive.

✓ **Défaillance** : c'est la cessation d'aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise ; c'est donc la perte de disponibilité du bien. C'est le passage d'un état à un autre.

### 3. Les concepts de la maintenance :

L'analyse des différentes formes de maintenance repose sur 4 concepts :

- ❖ Les événements qui sont à l'origine de l'action : référence à un échéancier, la subordination à un type d'événement (auto diagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure, etc.), l'apparition d'une défaillance.
- ❖ Les méthodes de maintenance qui leur seront respectivement associées : maintenance préventive systématique, maintenance préventive conditionnelle, maintenance corrective.
- ❖ Les opérations de maintenance proprement dites : inspection, contrôle, dépannage, réparation, etc.
- ❖ Les activités connexes : maintenance d'amélioration, rénovation, reconstruction, modernisation, travaux neufs, sécurité, etc.

Cette réflexion terminologique et conceptuelle représente une base de référence pour :

- L'utilisation d'un langage commun pour toutes les parties (conception, production, prestataires des services, etc.)
- La mise en place des systèmes informatisés de gestion de la maintenance.

### 4. Les méthodes de la maintenance

- ❖ On attend que le défaut produise une défaillance puis on agit ; c'est de la maintenance corrective ; le défaut est provisoirement éliminé, mais à terme il a des chances de réapparaître.
- ❖ On anticipe le défaut car on connaît les effets de certaines dérives (surveillance) ; c'est de la maintenance préventive.
- ❖ On s'attaque à la cause afin d'éviter les dérives ; c'est de la maintenance améliorative.

# CARACTÉRISATION ET MAINTENANCE DES MOYENS

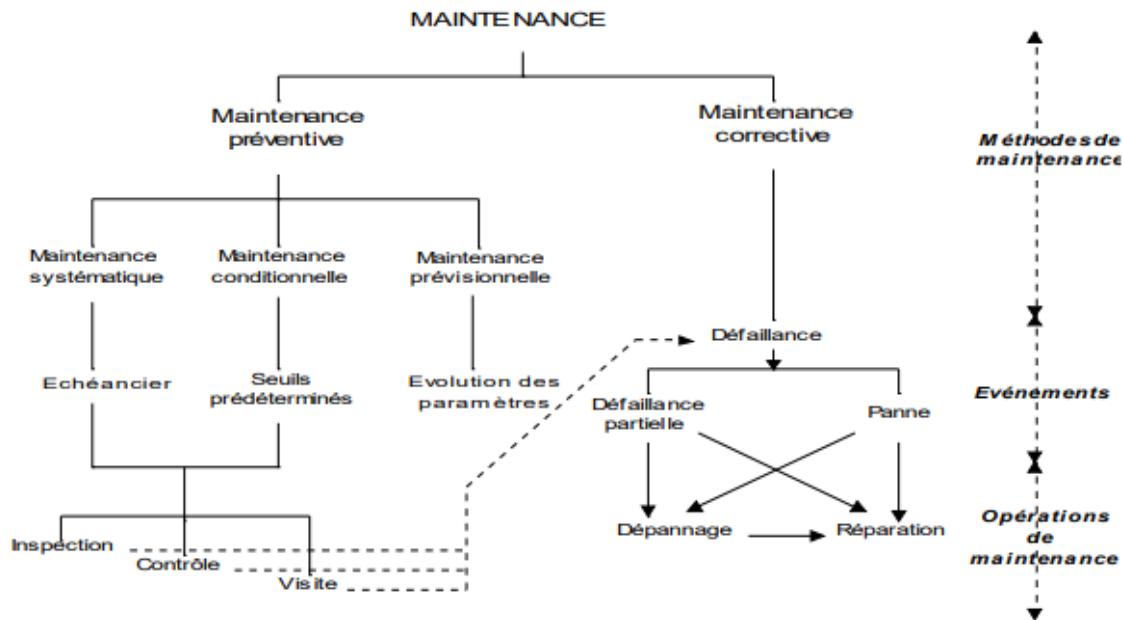


Figure 4- Méthodes de maintenance

## 4.1 Maintenance corrective

Appelée parfois maintenance curative, c'est une maintenance effectuée après la détection d'une défaillance et destinée à remettre un bien dans un état lui permettant d'accomplir une fonction d'une défaillance requise, au moins provisoirement (norme NF EN 13306). C'est donc une maintenance qui remet en état mais qui ne prévient pas la casse. Elle réagit à des événements aléatoires, mais cela ne veut pas dire qu'elle n'a pas été pensée. C'est un choix politique de l'entreprise.

### 4.1.1 Opération de maintenance corrective

Après apparition d'une défaillance, le maintenancier doit mettre en œuvre un certain nombre d'opérations dont les définitions sont données. Ces opérations s'effectuent par étapes (dans l'ordre) :

1. **Test**, c'est-à-dire la comparaison des mesures avec une référence,
2. **Détection** ou action de déceler l'apparition d'une défaillance,
3. **Localisation** ou action conduisant à rechercher précisément les éléments par lesquels la défaillance se manifeste,
4. **Diagnostic** ou identification et analyse des causes de la défaillance,
5. **Dépannage, réparation** ou remise en état (avec ou sans modification),
6. **Contrôle** du bon fonctionnement après intervention,

7. **Amélioration éventuelle**, c'est-à-dire éviter la réapparition de la panne,
8. **Historique** ou mise en mémoire de l'intervention pour une exploitation ultérieure.

Nous allons voir plus en détail les opérations de dépannage et de réparation.

### 4.1.2 Optimisation de la maintenance corrective

Les actions de maintenance corrective étant très diverses, il est toujours difficile de prévoir la durée d'intervention :

- Elle peut être faible (de quelques secondes pour réarmer un disjoncteur ou changer un fusible à quelques minutes pour changer un joint qui fuit).
- Elle peut être très importante (de 0,5 à plusieurs heures) dans le cas du changement de plusieurs organes simultanément (moteur noyé par une inondation).
- Elle peut être majeure en cas de mort d'homme (plusieurs jours si enquête de police).

Le responsable maintenance doit donc tenir compte de ces distorsions et avoir à sa disposition une équipe « réactive » aux événements aléatoires. Pour réduire la durée des interventions, donc les coûts directs et indirects (coûts d'indisponibilité de l'équipement), on peut :

- Mettre en place des méthodes d'interventions rationnelles et standardisées (outillages spécifiques, échanges standards, logistique adaptée, etc..).
- Prendre en compte la maintenabilité des équipements dès la conception (trappe de visites accessibles, témoins d'usure visible, etc..).
- améliorer le niveau de compétence des techniciens par des formations continus.

### 4.2 La maintenance préventive :

Maintenance effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu.

Elle doit permettre d'éviter les défaillances du matériel en cours d'utilisation. L'analyse des coûts doit mettre en évidence un gain par rapport aux défaillances qu'elle permet d'éviter.

## CARACTÉRISATION ET MAINTENANCE DES MOYENS

---

On constate que la maintenance préventive peut prendre différentes formes :

- ❖ Maintenance systématique,
- ❖ Maintenance conditionnelle,
- ❖ Maintenance prévisionnelle

### Objectifs de la maintenance préventive :

- Augmenter la durée de vie du matériel.
- Diminuer la probabilité des défaillances en service.
- Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou de panne.
- Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de maintenance corrective.
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions.
- Eviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, etc....
- Améliorer les conditions du travail du personnel de production.
- Diminuer le budget de maintenance.
- Supprimer les causes d'accidents graves.

### Opérations de la maintenance préventive :

Ces opérations trouvent leurs définitions dans la norme NF X 60-010 et NF EN 13306.

- **Inspection** : contrôle de conformité réalisé en mesurant, observant, testant ou calibrant les caractéristiques significatives d'un bien ; elle permet de relever des anomalies et d'exécuter des réglages simples ne nécessitant pas d'outillage spécifique, ni d'arrêt de la production ou des équipements (pas de démontage).
- **Contrôle** : vérification de la conformité à des données préétablies, suivie d'un jugement. Ce contrôle peut déboucher sur une action de maintenance corrective ou alors inclure une décision de refus, d'acceptation ou d'ajournement.
- **Visite** : examen détaillé et prédéterminé de tout (visite générale) ou partie (visite limitée) des différents éléments du bien et pouvant impliquer des opérations de maintenance du premier et du deuxième niveau ; il peut également déboucher sur la maintenance corrective.
- **Test** : comparaison des réponses d'un système par rapport à un système de référence ou à un phénomène physique significatif d'une marche correcte.

## CARACTÉRISATION ET MAINTENANCE DES MOYENS

- **Echange standard** : remplacement d'une pièce ou d'un sous-ensemble défectueux par une pièce identique, neuve ou remise en état préalablement, conformément aux prescriptions du constructeur.
- **Révision** : ensemble complet d'examens et d'actions réalisées afin de maintenir le niveau de disponibilité et de sécurité d'un bien. Une révision est souvent conduite à des intervalles prescrits du temps ou après un nombre déterminé d'opérations. Une révision demande un démontage total ou partiel du bien. Le terme révision ne doit donc pas être confondu avec surveillance. Une révision est une action de maintenance de niveau 4.

Les trois premières opérations sont encore appelées « **opérations de surveillance** ». Elles caractérisent parfaitement la phase d'apprentissage et sont absolument nécessaires si on veut maîtriser l'évolution de l'état réel d'un bien. On accepte donc de payer pour savoir puis pour prévenir. Elles sont effectuées de manière continue ou à intervalles prédéterminés ou non, calculés sur le temps ou sur le nombre d'unités d'usage.

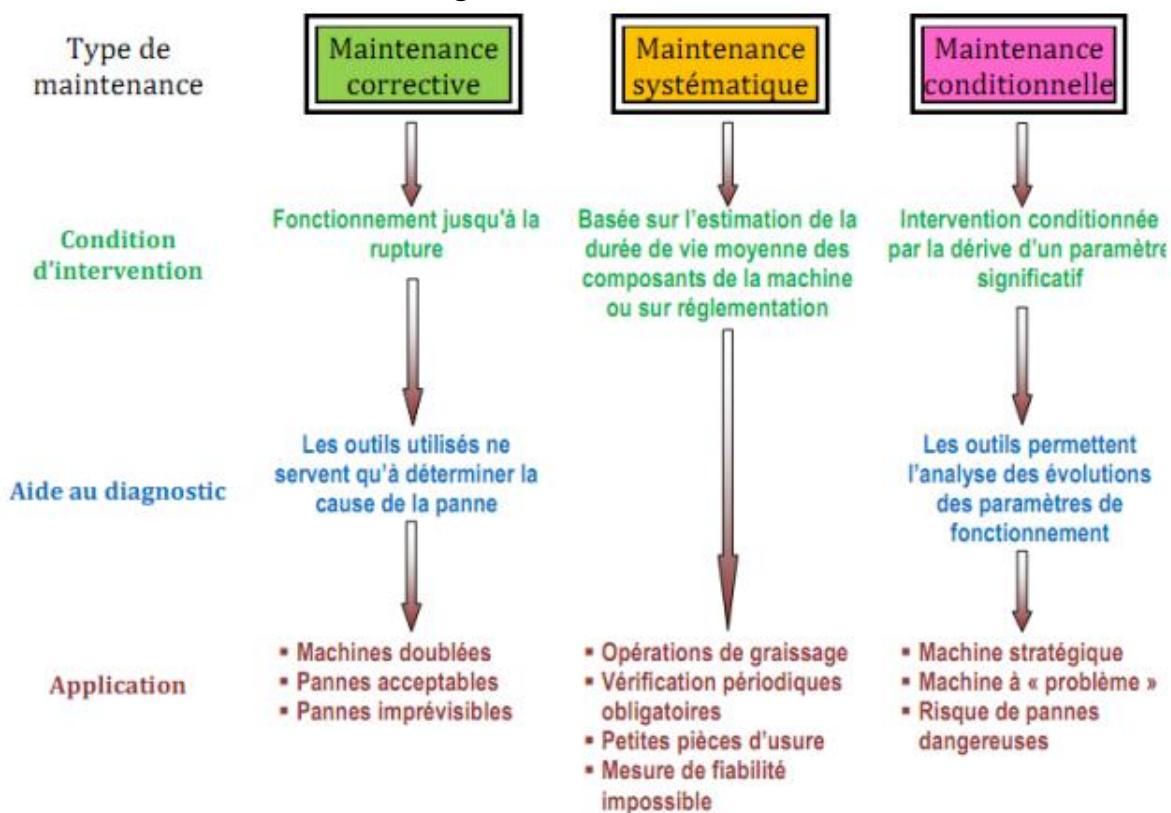


Figure 5 : Applications des méthodes de maintenance

### 4.2.1 Maintenance systématique

#### 4.2.1.1 Définition (norme NF EN 13306)

C'est la maintenance préventive effectuée sans contrôle préalable de l'état du bien conformément à un échéancier établi selon le temps, le nombre de cycles de fonctionnement, le nombre de pièces produites ou un nombre prédéterminé d'usages pour certains équipements (révisions périodiques) ou organes sensibles (graissage, étalonnage, etc..).

#### 4.2.1.2 Organisation de la maintenance systématique

L'organisation de la maintenance systématique propre à un équipement recouvre deux aspects : la détermination du contenu des interventions et le choix de leur périodicité. Ces éléments sont fréquemment fixés par :

- ❖ Le constructeur, dans le « guide d'entretien » de l'équipement (aéronautique, matériel ferroviaire,...),
- ❖ Le législateur, dans des normes homologuées par l'AFNOR (ascenseurs, matériel sous pression, matériel électrique,...).

Mais ils peuvent aussi être le fait de l'utilisateur mais cela nécessite de bien connaître le comportement du matériel, l'historique des pannes et le MTBF (Mean Time Between Failures).

### 4.2.2 Maintenance conditionnelle

#### 4.2.2.1 Définition (norme NF EN 13306)

C'est la « maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé (auto-diagnostic, information d'un capteur, mesure, etc.) ou à l'analyse de l'évolution surveillée de paramètres significatifs de la dégradation et de la baisse de performance d'une entité ».

Cette surveillance de la dégradation permet de fixer un seuil d'alarme avant un seuil d'admissibilité (figure 6). Le principal intérêt d'une telle stratégie est de pouvoir utiliser les entités au maximum de leur possibilité mais aussi de diminuer le nombre des opérations de maintenance corrective.

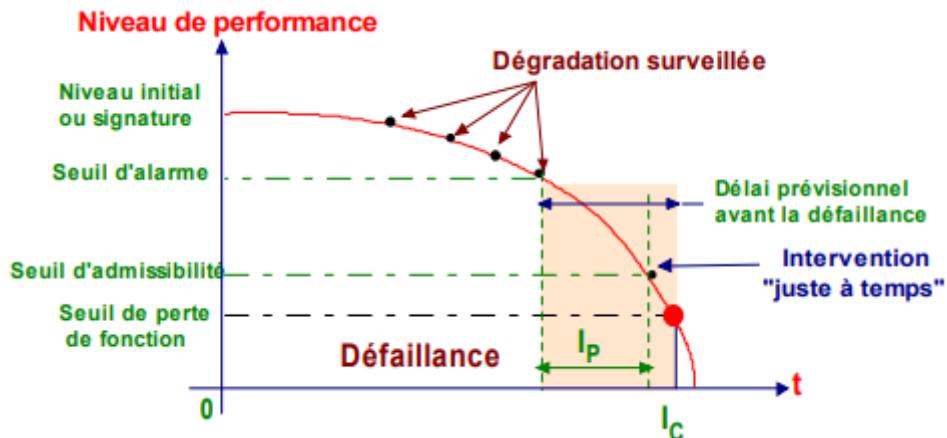


Figure 6 : principe de la maintenance conditionnelle

Elle se traduit par une surveillance des points sensibles de l'équipement, cette surveillance étant exercée au cours de visites préventives. Ces visites soigneusement préparées, permettent d'enregistrer différents paramètres : degré d'usure, jeu mécanique, température, pression, débit, niveau vibratoire, pollution ou tout autre paramètre qui puisse refléter l'état de l'équipement.

### 4.2.2.2 Cas d'application

Cette méthode d'entretien ne doit pas être appliquée indistinctement à tous les équipements. Elle n'est rentable que sur du matériel en bon état, neuf ou récemment révisé, et occupant une place importante, voir stratégique, dans le processus de fabrication (c'est un équipement clé).

Il est donc inutile de l'appliquer à du matériel robuste et présentant peu de risque, à des équipements secondaires, dont les pannes ont peu de répercussion sur la production ou alors à des machines en surnombre susceptibles d'être relevées en cas de défaillance.

La méthodologie de mise en œuvre réside en neuf points :

1. Sélection de la défaillance à anticiper ;
2. Sélection d'un ou plusieurs paramètres significatifs de la défaillance sélectionnée ;
3. Choix des capteurs ;
4. Choix du mode de collecte des informations (manuellement ou automatiquement) ; attention au snobisme de la télésurveillance, car rien ne remplace l'homme (« l'homme est un capteur » disent souvent les japonais !..) ;
5. Détermination des seuils d'alarme et d'admissibilité ;

## CARACTERSATION ET MAINTENANCE DES MOIYENS

---

6. Choix du mode de traitement de l'information, et donc de la génération des alarmes ;
7. Définition des procédures après alarmes ;
8. Organisation de l'intervention, validation du processus de surveillance, optimisation des seuils.

### **4.2.3 La maintenance préventive prévisionnelle**

C'est la maintenance préventive conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien