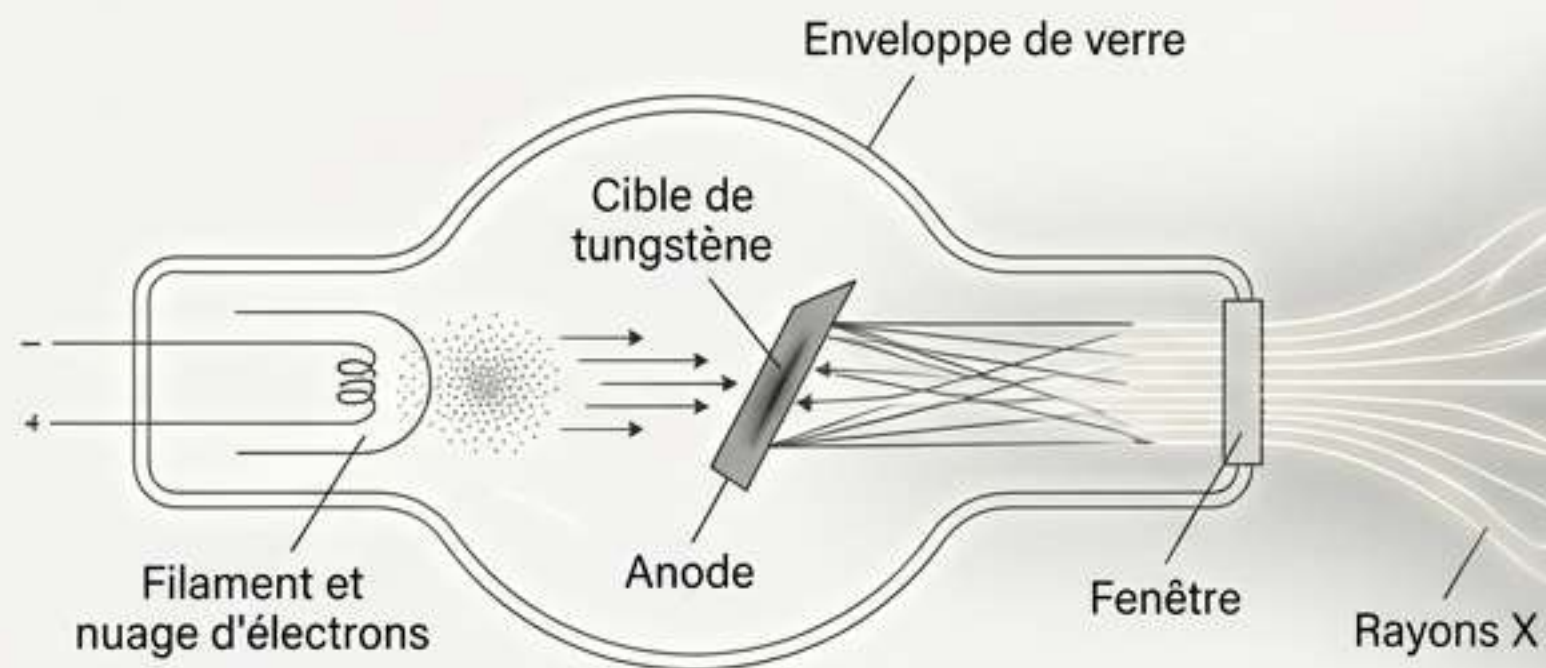


De la Physique à la Clinique : Maîtriser la Radiographie en Odontologie Conservatrice

Votre guide de révision complet pour l'examen



Légende pour l'Examen

- **JAUNE [EXAM]** : Point clé déjà apparu dans un examen. Une maîtrise parfaite est attendue.
- **VERT [PROBABLE]** : Concept fondamental ou détail important, haute probabilité d'être à l'examen. À réviser attentivement.

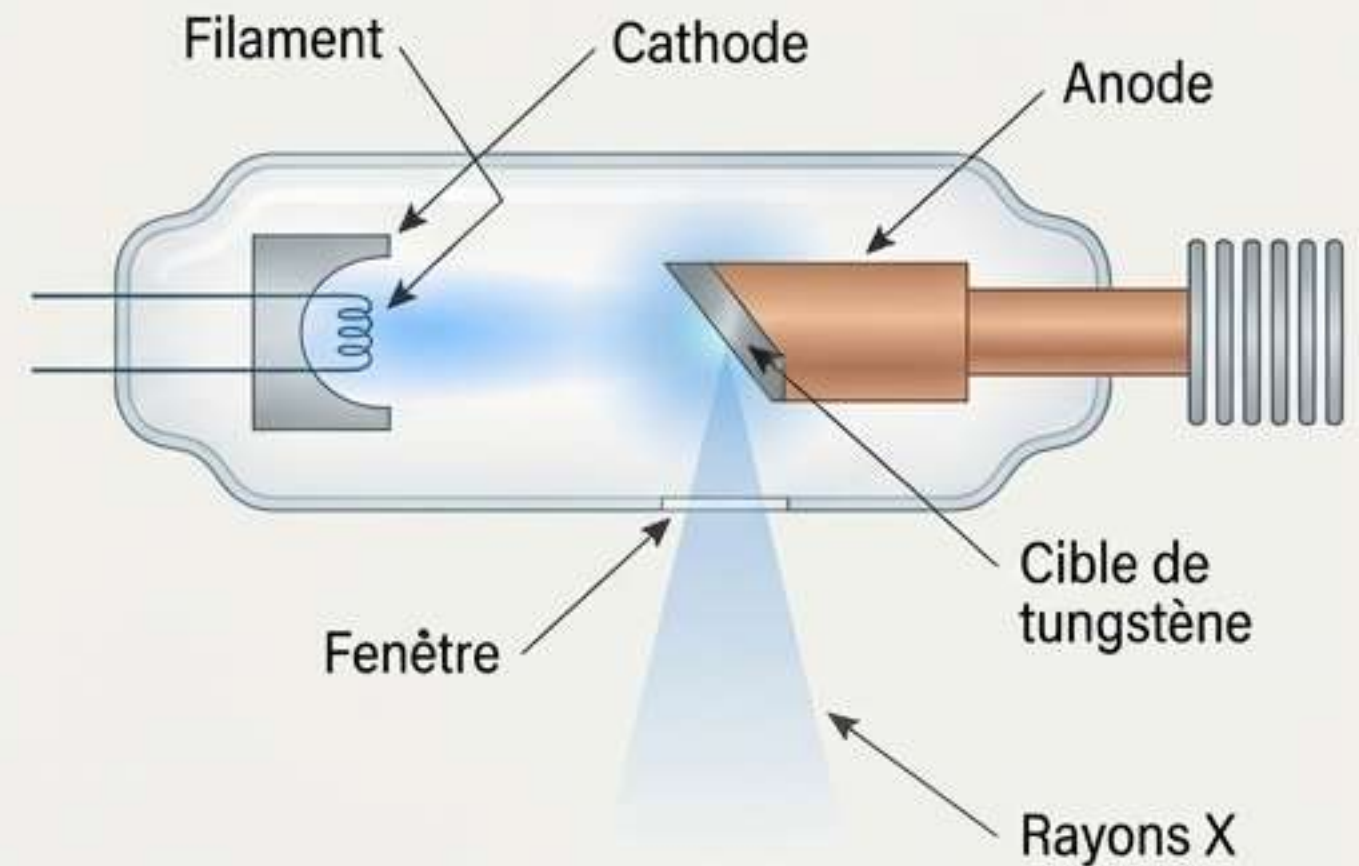
Les Fondations : Qu'est-ce que la Radiographie ?

Section 1 : Définitions Clés

- **La Radiographie** : L'image photographique obtenue sur un film (ou capteur) après le passage de rayons X à travers un objet. C'est un examen complémentaire [EXAM Q6], indispensable pour confirmer ou infirmer un diagnostic clinique.
- **Les Rayons X** :
 - **Nature** : Courtes ondes électromagnétiques dotées d'une grande énergie et d'un pouvoir de pénétration important.
 - **Action** : Impressionnent les films radiographiques en produisant une 'image latente'.
 - **Risques Biologiques** : Capables de provoquer des modifications somatiques et génétiques. La radioprotection est essentielle.

Section 2 : Production des Rayons X : Le Tube de Coolidge

- **Principe** : Dans un tube sous vide, un courant électrique chauffe un filament (cathode). Les électrons émis sont accélérés par une haute tension et frappent une cible en tungstène (anode).
- **Mécanisme d'émission** : L'énergie cinétique des électrons, brutalement stoppés par la cible, est transformée en énergie radiante, formant des photons X.
- **Composants du Tube** :
 - **Cathode** : Filament de tungstène et pièce de concentration. Source d'électrons.
 - **Anode** : Cible de tungstène sur une tige de cuivre (pour la dissipation de chaleur). Point d'impact des électrons et source des rayons X.
 - **Enveloppe de verre** : Maintient le vide.
 - **Fenêtre** : Permet la sortie des rayons X.



L'Appareillage : Du Générateur à l'Image

Section 1 : Le Générateur et les Réglages

- Générateur : Fournit la haute tension (50-100 kV) nécessaire. Peut être à kilo voltage fixe ou variable.
- Minuteries : Contrôlent le temps d'exposition.
 - Mécaniques : Délaissées (grande marge d'erreur).
 - Électromécaniques : Fiables (moteur électrique).
 - Électroniques : Très précises (standard actuel).
- Cônes Localisateurs :
 - Rôles : Orientent le faisceau, indiquent le champ de rayonnement, établissent la distance foyer-peau (minimum 20 cm).
 - Cône court : Abandonné. Produit des rayons diffusés qui dégradent l'image et irradient inutilement le patient.
 - Cône long (35-50 cm) : Recommandé. Permet les techniques à plans parallèles et améliore la qualité de l'image.

Section 2 : Le Contrôle du Faisceau

- Filtres : Plaques d'aluminium (2mm) qui suppriment les rayons X de grande longueur d'onde (peu pénétrants et inutiles) et diminuent la dose de rayonnement au patient.
- Diaphragme : Disque de plomb (1.5mm) qui limite le diamètre du faisceau (collimation).
Rôles : améliore la définition de l'image et réduit l'irradiation parasite.
- Grille anti-diffusante : Utilisée pour les clichés extra-buccaux. Placée entre l'objet et le film pour absorber le rayonnement diffusé.



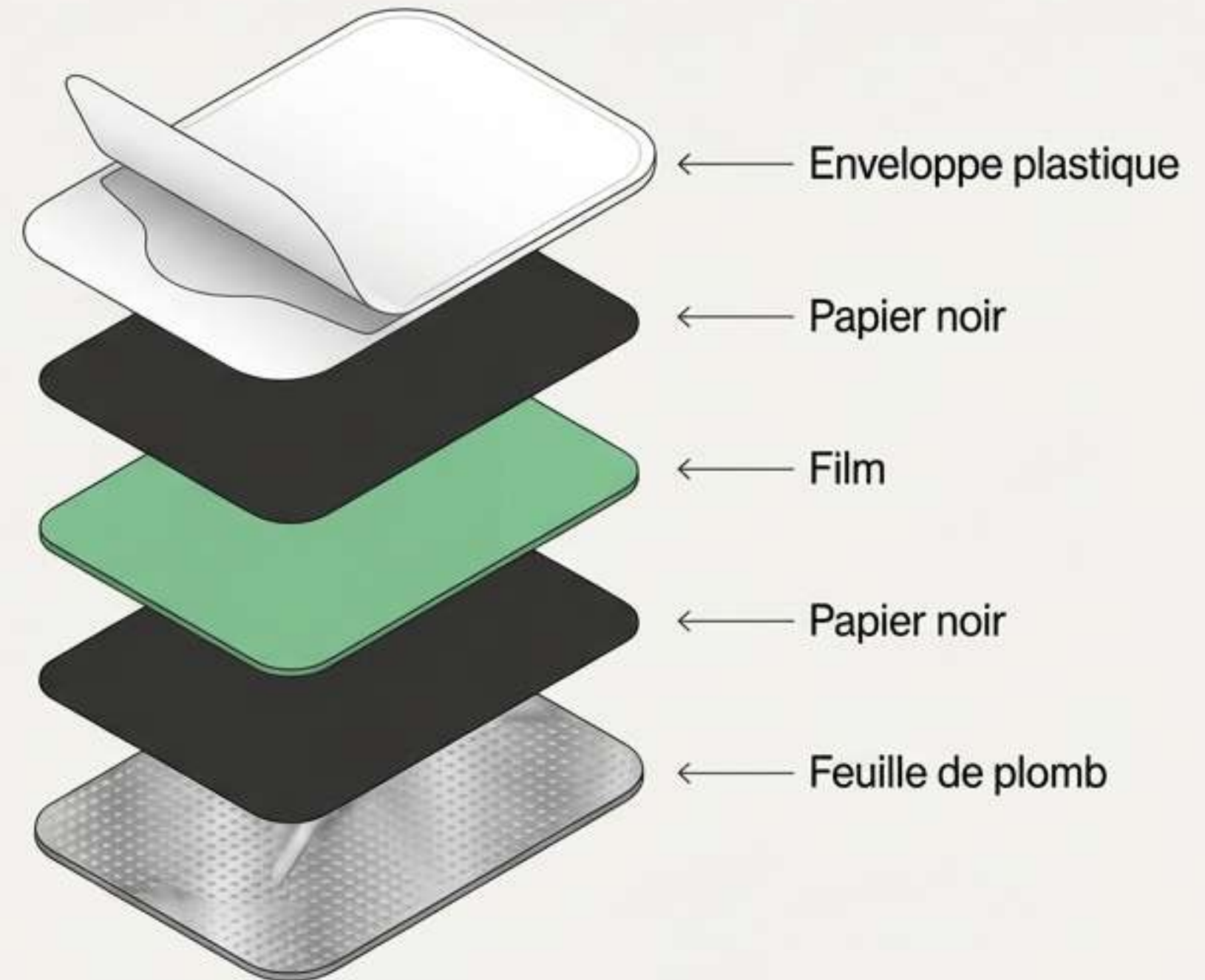
Le Récepteur : Composition du Film Radiographique

Section 1 : Structure du Film Intra-Oral

- **Support** : Feuille d'acétate de cellulose transparente, qui sert de base rigide.
- **Émulsion** : La couche sensible.
 - **Composition** : Cristaux d'halogénure d'argent (Ag) en suspension dans de la gélatine.
 - **Application** : Recouvre les deux faces du support pour augmenter la sensibilité du film.
- **Couche protectrice** : Fine couche de gélatine dure non chargée qui protège l'émulsion des rayures.

Section 2 : L'Emballage du Film

- **Objectif** : Protéger le film de la lumière et de l'humidité.
- **Composition** (de l'extérieur vers l'intérieur) :
 1. **Enveloppe plastique** : Opaque et étanche.
 2. **Papier noir** : Protection supplémentaire contre la lumière.
 3. **Film radiographique**.
 4. **Papier noir**.
 5. **Feuille de plomb** : Placée à l'arrière du film. Son rôle est d'absorber le rayonnement résiduel pour éviter l'irradiation des tissus situés derrière le film et empêcher le 'rétro-diffusion' qui voilerait l'image.



Le Traitement du Film : De l'Image Latente à l'Image Visible

Étape 1 : Formation de l'Image Latente

- Lors de l'exposition, les photons X transforment les cristaux d'halogénure d'argent (Ag) touchés, créant des points microscopiques d'argent métallique.
- L'ensemble de ces points constitue l'image latente, invisible à l'œil nu.

Étape 2 : Le Développement (sous éclairage inactinique)

- **Action :** Le film est plongé dans une solution révélatrice (ex : hydroquinone, génol).
- **Mécanisme :** L'agent révélateur amplifie la précipitation de l'argent uniquement dans les cristaux qui ont été exposés aux rayons X, les transformant entièrement en argent métallique noir.

Étape 3 : Le Rinçage Intermédiaire

- **Action :** Le film est rincé à l'eau courante (30 sec).
- **But :** Éliminer l'excès de révélateur alcalin pour ne pas contaminer et neutraliser le fixateur acide.

Étape 4 : Le Fixage

- **Action :** Le film est plongé dans une solution fixatrice (ex: thiosulfate de sodium).
- **Mécanisme :** Le fixateur élimine tous les cristaux d'halogénure d'argent non exposés (et donc non développés), rendant l'image stable et transparente dans les zones non exposées.

Étape 5 : Lavage final et Séchage

- **Lavage :** Élimine tous les produits chimiques résiduels. Un lavage défectueux provoque un jaunissement du film avec le temps.
- **Séchage :** Le film est séché pour être examiné.



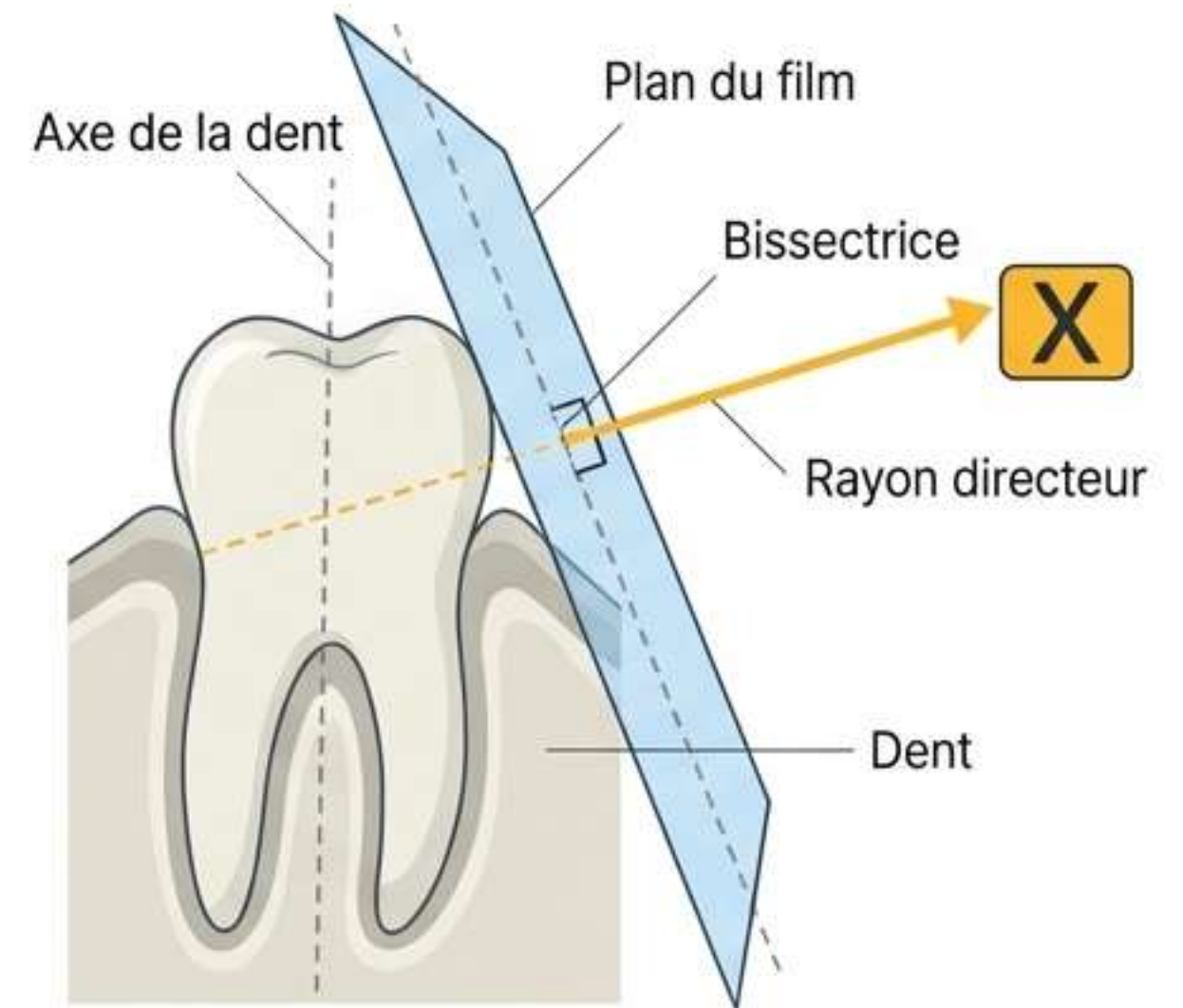
Techniques Intra-Buccales : La Rétro-Alvéolaire

Définition et Objectifs

- **Définition Rétro-alvéolaire [EXAM]** : Technique où le film est placé à l'intérieur de la cavité buccale pour visualiser la totalité d'une dent, l'os péri-apical (sur au moins 5-6 mm) et les tissus parodontaux.
- **Placement du film** : Dépasse de 3mm le bord libre des dents. Vertical pour le secteur Incisivo-Canin, horizontal pour le secteur Prémolaire-Molaire.

Technique 1 : La Règle de la Bissectrice (Cienzinski, 1911)

- **Aussi appelée** : Technique du cône court, d'isométrie des triangles.
- **Principe [EXAM]** : Le film est placé au contact de la dent, formant un angle. Le rayon directeur est orienté perpendiculairement à la bissectrice de l'angle formé par l'axe de la dent et le plan du film.
- **Positionnement du patient** :
 - **Maxillaire** : Ligne Tragus - Aile du nez doit être horizontale.
 - **Mandibule** : Ligne Tragus - Commissure labiale doit être horizontale.
- **Résultat** : Si l'angulation est correcte, l'image a les mêmes dimensions que l'objet.
- **Inconvénient majeur** : Génère une distorsion de l'image, notamment au niveau des crêtes alvéolaires, car le film est angulé par rapport à la dent.



La Précision d'Abord : La Technique des Plans Parallèles

Technique 2 : Les Plans Parallèles (McCormack, Fitzgerald)

* **Aussi appelée :** Technique du cône long.

* **Principe :**

1. Le film est placé parallèlement à l'axe longitudinal de la dent.
2. Le rayon directeur est orienté perpendiculairement à la fois à l'axe de la dent et au film.

* **Positionnement :**

- * Pour obtenir le parallélisme, le film doit être placé à distance de la dent, en particulier au maxillaire à cause de la voûte palatine. On utilise un porte-film (ex: angulateur de RINN).
- * Cette distance objet-film crée un agrandissement de l'image.
- * **Correction :** L'agrandissement est compensé par une grande distance foyer-film (40-50 cm), d'où l'utilisation obligatoire d'un **cône long**.

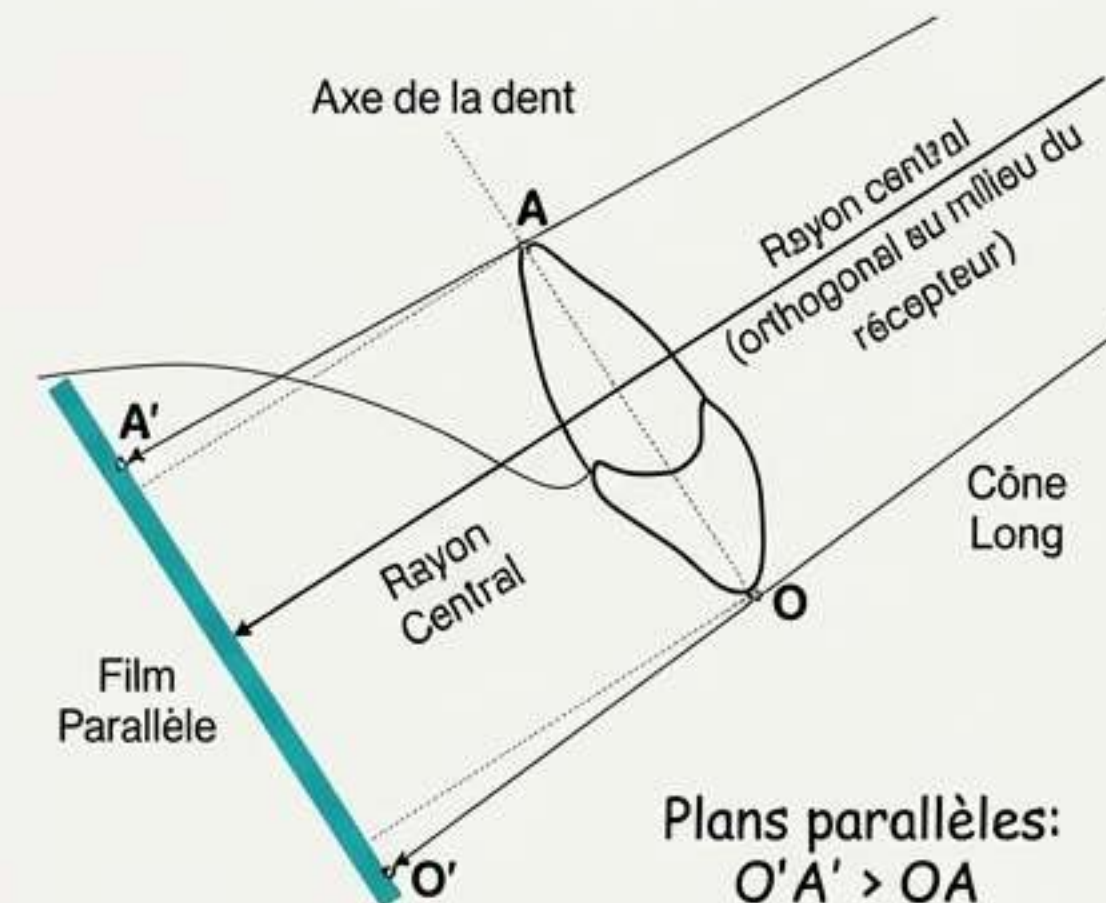


Tableau Comparatif : Bissectrice vs. Plans Parallèles

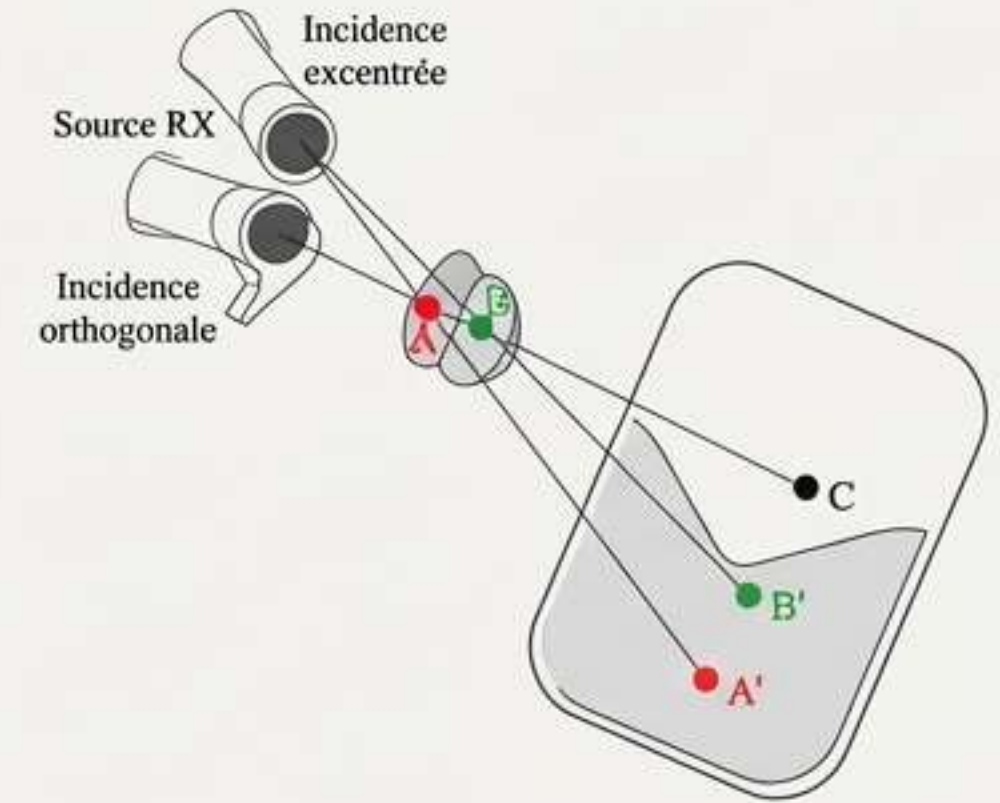
Critère	Technique de la Bissectrice	Technique des Plans Parallèles
Position Film	En contact avec la dent (angulé)	Parallèle à la dent (à distance)
Rayon Directeur	Perpendiculaire à la bissectrice	Perpendiculaire au film et à la dent
Cône	Court	Long (obligatoire)
Distorsion	Importante (surtout os alvéolaire)	Minimale, image plus fidèle
Reproductibilité	Difficile, dépend de l'opérateur	Excellente (avec porte-film)
Préférence	Moins précise	Technique de choix



Titre : Voir l'Invisible : Techniques de Localisation et Interproximale

Section 1 : Localisation d'un Objet (Technique de la Visée Oblique)

- **Problème** : Une radiographie standard est une image 2D qui superpose les structures vestibulaires et linguales/palatines.
- **Solution** : Réaliser un second cliché en déplaçant le tube radiogène horizontalement (mésialement ou distalement).
- **Règle de Clark** (ou 'SLOB' - Same Lingual, Opposite Buccal) :
 - L'objet le plus **lingual/palatin** se déplace dans le **même sens** que le tube.
 - L'objet le plus **vestibulaire (buccal)** se déplace dans le sens **opposé** au tube.
 - *Exemple* : Pour une prémolaire maxillaire, si on déplace le tube mésialement, l'image de la racine palatine se déplacera aussi mésialement sur le cliché, tandis que l'image de la racine vestibulaire se déplacera distalement.
- **Règle de Walton** : On déplace le tube distalement, donc la racine la plus éloignée (l'image qui bouge le plus) est la palatine.



Section 2 : La Rétro-Coronaire Interproximale (Bitewing / Incidence de Raper)

- **Objectif principal** : Diagnostic des caries interproximales débutantes et évaluation de la hauteur de l'os alvéolaire.
- **Technique** :
 - Le patient mord sur une ailette attachée au film, le maintenant entre les deux arcades.
 - Le rayon directeur est orienté avec un angle positif de 8-10° par rapport au plan d'occlusion.
- **Avantage** : Fournit une vue des couronnes des dents maxillaires et mandibulaires sur un seul cliché, sans distorsion ni superposition des points de contact.



Titre : Vue d'Ensemble : Radiographies Occlusale et Panoramique

Section 1 : Le Mordu Occlusal

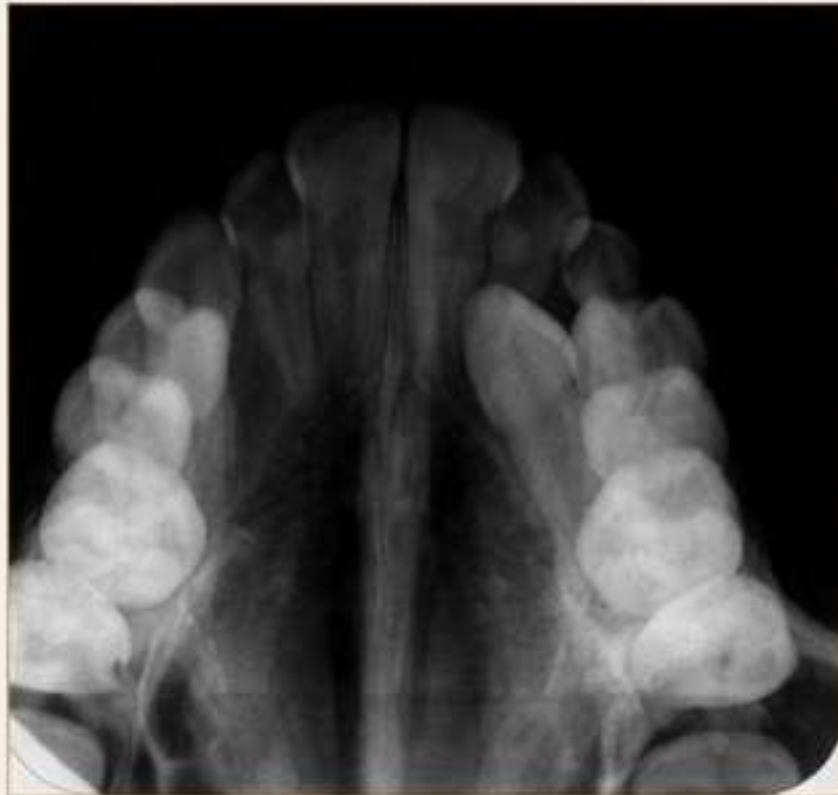
Principe : Le film (5x7 cm) est placé en 'sandwich' sur le plan d'occlusion.

Incidences :

- **Belot (Oblique) :** Rayon perpendiculaire à la bissectrice de l'angle dent/film.
- **Simpson (Axiale) :** Rayon perpendiculaire au film.

Intérêt :

Examen de zones étendues, mise en évidence de fractures, dents incluses, calculs salivaires ou étendue de lésions kystiques.



Section 2 : La Radiographie Panoramique (Orthopantomogramme)

Définition : Technique extra-buccale qui réalise une coupe tomographique de la forme de l'arcade dentaire, des ATM à l'autre.

Qualités :

- Excellent cliché de débrouillage et de première intention.
- Vision globale des dents, des structures osseuses et de leur environnement (sinus, fosses nasales).
- Permet une comparaison droite/gauche facile.

Limites :





- La zone de netteté est étroite dans la région incisive, rendant le positionnement critique.
- Image 2D : ignore la composante vestibulo-linguale.
- Présence d'agrandissements et de distorsions géométriques.
- Manque de finesse pour le diagnostic de caries débutantes ou de lésions péri-apicales fines.



Titre : La Révolution Numérique : Argentique vs. Digital

****Principe de l’Imagerie Numérique****

- * Le film est remplacé par un capteur électronique (CCD ou CMOS).
- * L'image est le résultat de l'interaction des rayons X avec les pixels du capteur.
- * Les données analogiques sont converties en données numériques, traitées par ordinateur et affichées sur un écran. L'image est composée de pixels.

Tableau Comparatif : Radiographie Argentique vs. Numérique [EXAM]		
Caractéristique	Radiographie Argentique (Film)	Radiographie Numérique (Capteur)
Récepteur	Film à base d'halogénure d'argent	Capteur électronique (CCD/CMOS) ou plaque au phosphore (PSP) 
Développement	Processus chimique complexe (chambre noire)	Instantané (ou quasi pour PSP) 
Dose de Rayons X	Référence	Réduction significative de la dose 
Traitement Image	Impossible	Possible (zoom, contraste, luminosité, mesures) 
Archivage	Physique (encombrant)	Numérique (facile, rapide, partageable)
Coût Initial	Faible	Élevé
Coût Consommables	Continu (films, produits chimiques)	Quasiment nul
Inconvénients	Produits chimiques toxiques, temps d'attente	Rigidité et épaisseur du capteur, définition parfois moindre, durée de vie inconnue du capteur

Titre : L'Imagerie 3D : Du Dentascan au Cone Beam (CBCT)

Swiss Modern Clinical

Section 1 : La Tomodensitométrie (Scanner / Dentascan)

Principe : Logiciel de reconstruction qui, à partir de coupes scanner axiales, réalise des reconstructions panoramiques et perpendiculaires à l'arcade.

Avantages : Images en taille réelle, sans agrandissement. Permet une analyse vestibulo-linguale.

Utilisation en Endodontie : Différencie les racines, évalue les rapports avec les structures anatomiques, évalue les lésions péri-apicales.

Section 2 : La Tomographie Volumique à Faisceau Conique (Cone Beam CT / CBCT)

Définition [EXAM] : Dernière née de l'imagerie sectionnelle. Technique tomographique où un faisceau de rayons X de géométrie conique effectue une seule rotation à 360° autour du patient.

Principe [EXAM] : Acquisition d'un volume de données en une seule passe, qui est ensuite reconstruit par ordinateur pour permettre une exploration dans les 3 dimensions de l'espace (axiale, coronale, sagittale).

Avantages Clés sur le Scanner [EXAM] :

- Dose de radiation significativement plus faible.
- Meilleure résolution spatiale pour les tissus durs.
- Moins d'artéfacts métalliques.
- Appareil plus compact et moins coûteux.

Intérêt en Endodontie :

- Visualisation précise des systèmes canaux complexes.
- Diagnostic des fractures radiculaire verticales.
- Évaluation de la taille et de la localisation des lésions péri-apicales.
- Diagnostic des résorptions radiculaire (internes/externes).



Titre : Interprétation (1) : De l'Anatomie Normale à la Lésion Carieuse

Swiss Modern Clinical

Section 1 : L'Image Radiologique Normale

- **Zones Radio-Opakes (claires sur le cliché) : Tissus minéralisés. [EXAM]**
 - **Émail** : Le plus radio-opaque.
 - **Dentine et Cément** : Moins radio-opaques que l'émail, densité similaire.
 - **Os Alvéolaire** : Trabéculations radio-opaques.
 - **Lamina Dura** : Fine ligne radio-opaque continue autour de la racine.
- **Zones Radio-Clares (sombres sur le cliché) :**
 - **Pulpe** (coronale et radiculaire).
 - **Espace desmodontal** : Fin liseré radio-clair régulier entre la racine et la lamina dura.
 - **Os médullaire** : Espaces entre les trabéculations.



Section 2 : Le Diagnostic Radiologique des Lésions Carieuses [EXAM]

- **Technique de choix** : Bitewing avec la technique des plans parallèles.
- **Caries Proximales :**
 - **Début (émail)** : Très légère entaille ou petite zone radio-claire triangulaire sous le point de contact.
 - **Avancée (dentine)** : La lésion franchit la JAD et s'étend vers la pulpe, formant un second triangle dont la base est sur la JAD.
- **Caries Occlusales :**
 - Difficiles à voir au début.
 - Premier signe : Fine ligne radio-claire sous l'émail au niveau de la JAD.
 - Apparence : Plage radio-claire diffuse sous la surface occlusale.
- **Caries du Cément (radiculaires)** : Apparaissent comme une cupule radio-claire au niveau du collet, là où il y a une récession gingivale.

Titre : Interprétation (2) : Les Lésions Péri-Apicales

Swiss Modern Clinical in Akkurat

Signes Précoces

- **Épaississement de l'espace desmodontal** : Le premier signe d'une inflammation péri-apicale. Le liseré radio-clair autour de l'apex s'élargit.
- **Disparition de la Lamina Dura** : La ligne radio-opaque continue autour de l'apex est interrompue. C'est le signe pathognomonique d'une pathologie d'origine endodontique.

Images Péri-Apicales Radio-Clares (Granulome, Kyste, Abscès)

- **Attention** : Le diagnostic différentiel final est histologique, mais la radiographie donne des orientations.
- Caractéristiques à analyser :
 - **Contour mal défini/diffus** : Suggère un processus inflammatoire actif, envahissant (granulome, abcès chronique).
 - **Contour précis et bien circonscrit** : Suggère une lésion contenue, à évolution lente (kyste).
 - **Liseré de condensation osseuse** : Une fine ligne radio-opaque autour de la lésion indique une réaction de défense de l'os et une évolution très lente.

Image Péri-Apicale Radio-Opaque

- **Ostéite condensante (ou sclérosante)** :
 - Réaction de l'os à une inflammation de faible intensité et de longue durée.
 - Se caractérise par une augmentation de la radio-opacité de l'os autour de l'apex, avec des espaces trabéculaires réduits.



Épaississement Ligamentaire



Lésion Définie (Kyste)



Lésion Diffuse (Granulome)

Titre : Interprétation (3) : Résorptions, Calcifications et Fractures

Section 1 : Résorptions Radiculaires (Rhizalyse)

- **Résorption Externe :**
 - **Inflammatoire :** Associée à une infection chronique. Le contour radiculaire apparaît irrégulier, 'rongé'.
 - **Post-traumatique/orthodontique :** La racine apparaît raccourcie, émoussée, mais sa surface reste relativement plane.
- **Résorption Interne :**
 - Phénomène inflammatoire d'origine pulpaire.
 - Apparaît comme un élargissement radio-clair et arrondi du canal radiculaire.



Note : Le Cone Beam (CBCT) est l'examen de choix pour évaluer précisément l'étendue des résorptions.

Section 2 : Calcifications Pulpaire

- Phénomène de minéralisation lié au vieillissement ou à des irritations chroniques.
- **Pulpolithes :** Calcifications libres dans la chambre pulpaire (dents pluriradiculées).
- **Calcification canalaire :** Rétrécissement ou oblitération partielle/totale du canal. Rend le traitement endodontique complexe.



Section 3 : Fractures Dentaires

- **Trait de fracture :** Apparaît comme une ligne radio-claire.
- **Localisation :** La radiographie permet de localiser les traits de fracture (coronaire, radiculaire) et d'évaluer les déplacements.
- **Fractures anciennes :** Peuvent montrer des signes de guérison (apposition osseuse) ou d'inflammation (radio-clarté). Les fractures verticales sont souvent invisibles sur une radio 2D et nécessitent un CBCT.



Maîtrise et Sécurité : Principes Clés de Radioprotection

Objectif : Obtenir une image de la meilleure qualité diagnostique possible avec la dose de rayonnement la plus faible raisonnablement atteignable (principe ALARA - As Low As Reasonably Achievable).

Protection du Patient

1. **Justification :** Ne jamais réaliser de radiographie sans indication clinique claire.
2. **Optimisation :**
 - Utiliser des récepteurs rapides (films de sensibilité élevée ou capteurs numériques).
 - Utiliser une collimation rectangulaire et un cône long.
 - Utiliser des filtres en aluminium pour éliminer les rayons mous.
 - Utiliser un tablier et un collet thyroïdien plombés, surtout pour les enfants et les femmes enceintes.
 - Éviter les reprises en optimisant la technique.

Protection du Personnel

1. **Distance :** Se tenir à au moins 2 mètres du tube et du patient, et en dehors du faisceau primaire (idéalement entre 90° et 135° par rapport à la direction du faisceau).
2. **Écrans :** Commander l'appareil derrière un panneau de protection ou à l'extérieur de la salle.
3. **Ne Jamais Tenir le Film :** Le patient ou un accompagnant (muni de protections) tient le film. L'opérateur ne le tient JAMAIS.
4. **Dosimétrie :** Le port d'un dosimètre individuel est obligatoire pour le personnel exposé de manière routinière.

