

Biophysique

Quelques exemples de questions
rédactionnelles et de QCM

Exercice

Pour obtenir l'image d'un plan de coupe par résonance magnétique, on réalise une séquence d'écho de spin avec les paramètres suivants :

temps de répétition

TR = 600 ms

temps d'écho

TE = 20 ms

nombre d'accumulations

$N_{acc} = 2$

matrice image

128 x 128

1) Quelle est la pondération de la séquence ?

Réponse :

TR court et TE court

séquence pondérée en T1

2) Quelle est la durée d'acquisition TA de l'image de plan de coupe ?

Réponse :

$$D = TR \cdot N_{\text{lignes}} \cdot N_{\text{acc}}$$

$$D = 600 \cdot 128 \cdot 2$$
$$= 153\,600 \text{ ms}$$

$$= 153,6 \text{ s}$$

$$= 2 \text{ minutes et } 33,6 \text{ secondes}$$

3) Que devient cette durée d'acquisition si l'on multiplie par 3 le temps de répétition de la séquence, les autres paramètres de la séquence restant constants.

Réponse :

$$D = TR \cdot N_{\text{lignes}} \cdot N_{\text{acc}}$$

D est proportionnel à TR

D est multiplié par 3

$$\begin{aligned} \text{p}D &= 3 \times 153,6 \\ &= 460,8 \text{ s} \\ &= 7 \text{ minutes et } 40,8 \text{ secondes} \end{aligned}$$

4) Que devient la durée d'acquisition si l'on multiplie par 3 le temps d'écho de la séquence, les autres paramètres initiaux de la séquence restant inchangés.

Réponse :

$$D = TR \cdot N_{\text{lignes}} \cdot N_{\text{acc}}$$

D est indépendant de TE

D est inchangé :

$$D = 2 \text{ minutes et } 33,6 \text{ secondes}$$

5) Que devient la durée d'acquisition si l'on multiplie par 3 le nombre d'accumulations, les autres paramètres initiaux de la séquence restant inchangés.

Réponse :

$$D = TR \cdot N_{\text{lignes}} \cdot N_{\text{acc}}$$

D est proportionnel à N_{acc}

D est multiplié par 3

$$\begin{aligned} \rho D &= 3 \times 153,6 \\ &= 7 \text{ minutes et } 40,8 \text{ secondes} \end{aligned}$$

Exercice

On réalise un examen d'imagerie par résonance magnétique à l'aide d'un appareillage fonctionnant à 0,5 Tesla.

On acquiert une série d'images en écho de spin classique avec :

un temps de répétition $TR = 1800$ ms
et un temps d'écho $TE = 90$ ms.

1) Quelle est la pondération de la séquence ?

Réponse :

TR long et TE long

séquence pondérée en T2

On s'intéresse au **contraste** entre deux tissus A et B, de même densité de noyaux d'hydrogène, et dont les temps de relaxation ont les valeurs suivantes :

Tissu A : $T1 = 450 \text{ ms}$, $T2 = 50 \text{ ms}$

Tissu B : $T1 = 600 \text{ ms}$, $T2 = 80 \text{ ms}$

2) Lequel des deux tissus apparaît en hypersignal ?

2) Lequel des deux tissus apparaît en hypersignal ?

Tissu A : $T_1 = 450 \text{ ms}$, $T_2 = 50 \text{ ms}$

Tissu B : $T_1 = 600 \text{ ms}$, $T_2 = 80 \text{ ms}$

Réponse :

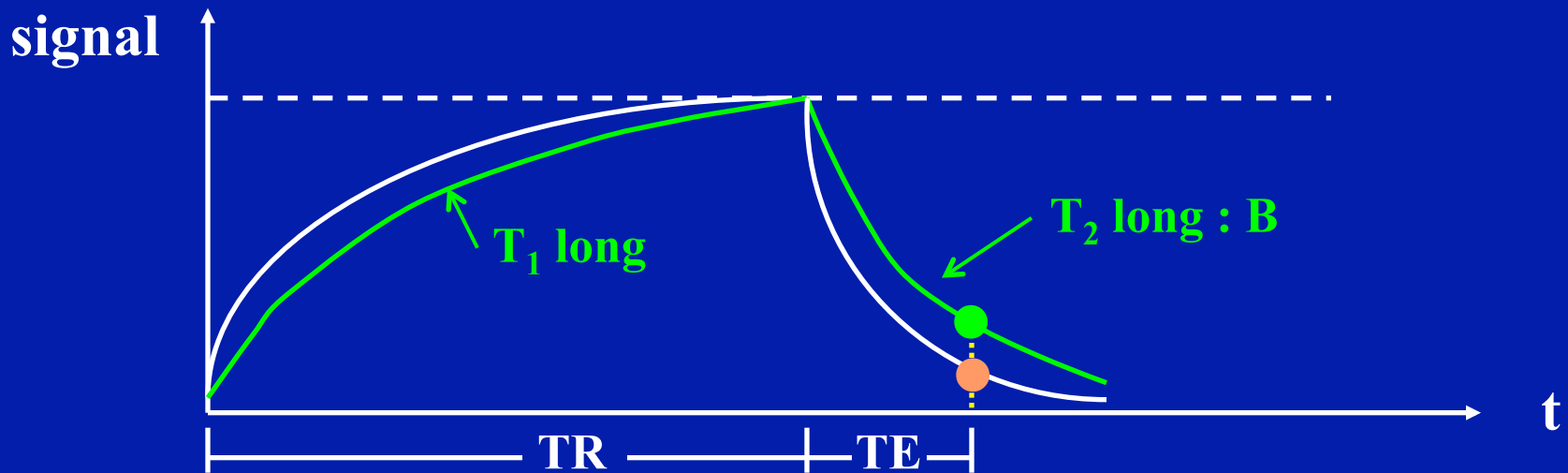


image pondérée en T2

tissu B en hypersignal

3) Mêmes questions avec une séquence de temps de répétition $TR = 500$ ms et de temps d'écho $TE = 20$ ms :

a) Quelle est la pondération de la séquence ?

Réponse :

TR court et TE court

séquence pondérée en T1

b) Lequel des deux tissus apparaît en hypersignal ?

Tissu A : $T_1 = 450 \text{ ms}$, $T_2 = 50 \text{ ms}$

Tissu B : $T_1 = 600 \text{ ms}$, $T_2 = 80 \text{ ms}$

Réponse :

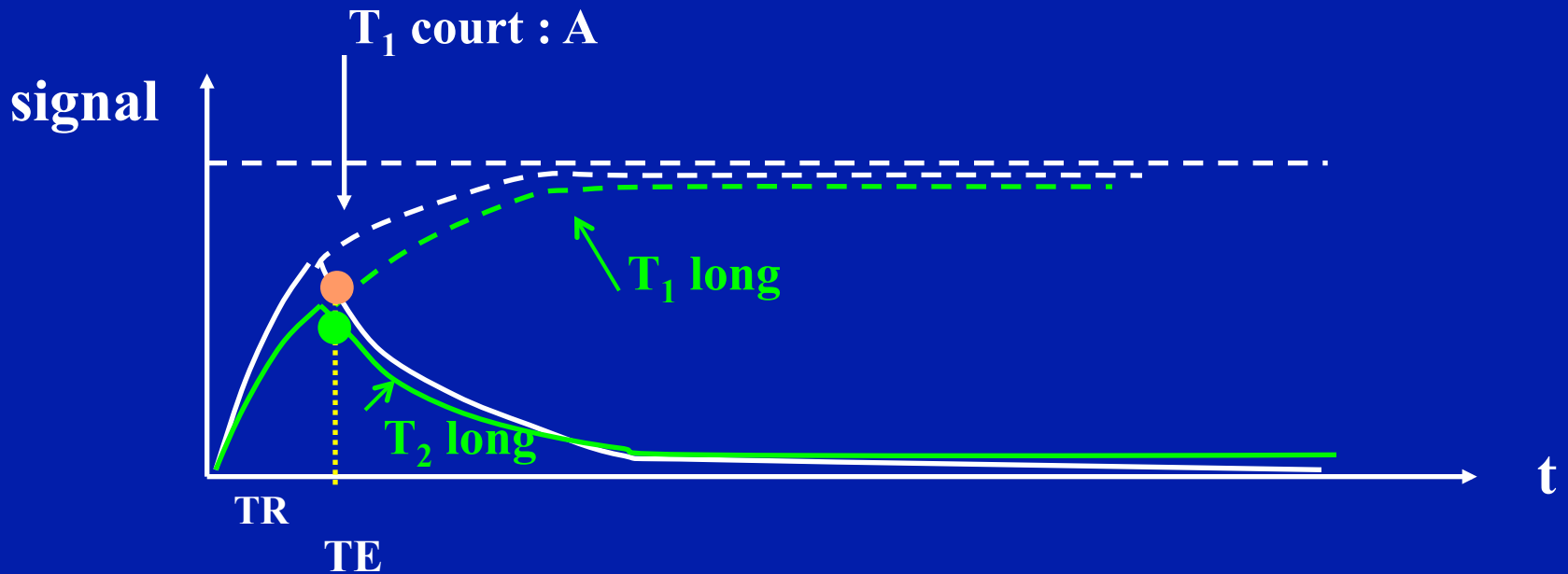


image pondérée en T1

tissu A en hypersignal

Quelle grandeur physique est représentée en chaque pixel d'une image des techniques suivantes :

- 1) Scanographie**
- 2) Échographie**
- 3) Scintigraphie**
- 4) Imagerie par Résonance Magnétique**

Les renseignements cliniques que l'on peut obtenir à partir des différents types d'image dépendent fortement du principe physique de chacune des techniques et donc de la grandeur physique représentée.

scanner

En scanographie, l'image repose sur des différences d'opacité aux rayons X.

La grandeur physique mesurée est le coefficient d'atténuation des rayons X lors de la traversée des tissus biologiques.

échographie

Pour l' échographie, c' est le coefficient de réflexion des ultrasons sur les différentes interfaces rencontrées qui intervient.

scintigraphie

En scintigraphie, l' image est liée à la concentration d' un produit radioactif.

La grandeur physique représentée est l' activité du produit radioactif dans les différents tissus.

IRM

En imagerie par résonance magnétique, la grandeur physique mesurée est l'aimantation des différents tissus.

Cette aimantation est principalement caractérisée par les temps de relaxation T1 et T2 et la densité de noyaux d'hydrogène.

Exemple de Question Rédactionnelle

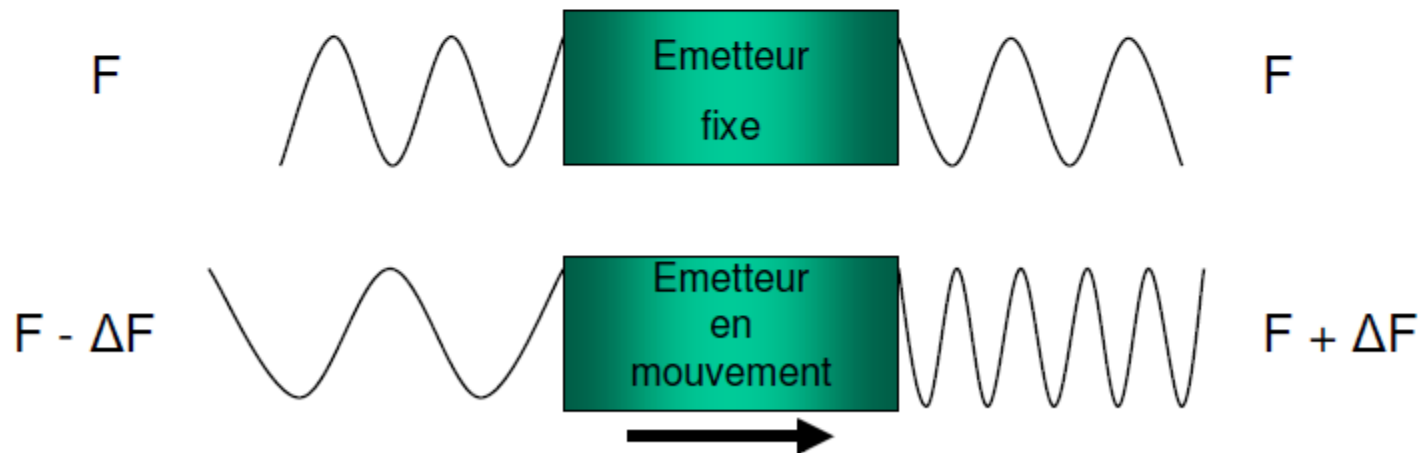
Cours US Echographie Doppler

Donner le principe de l'effet Doppler et traiter particulièrement son application à la vélocimétrie sanguine

La vélocimétrie Doppler

L'effet Doppler

Principe : tout phénomène périodique propagé est perçu par le récepteur à une fréquence différente de sa fréquence d'émission lorsque se produit un déplacement relatif entre l'émetteur et le récepteur.



La vélocimétrie Doppler

L'effet Doppler

En cas de déplacement de l'émetteur et du récepteur dans le même axe

$$F_r = F_e + F_e \cdot v/c$$

et

$$\delta F = F_r - F_e = F_e \cdot v/c$$

avec F_r = fréquence perçue par le récepteur

F_e = fréquence d'émission

v = vitesse de déplacement relatif entre l'émetteur et le récepteur

c = vitesse du son

δF = fréquence Doppler

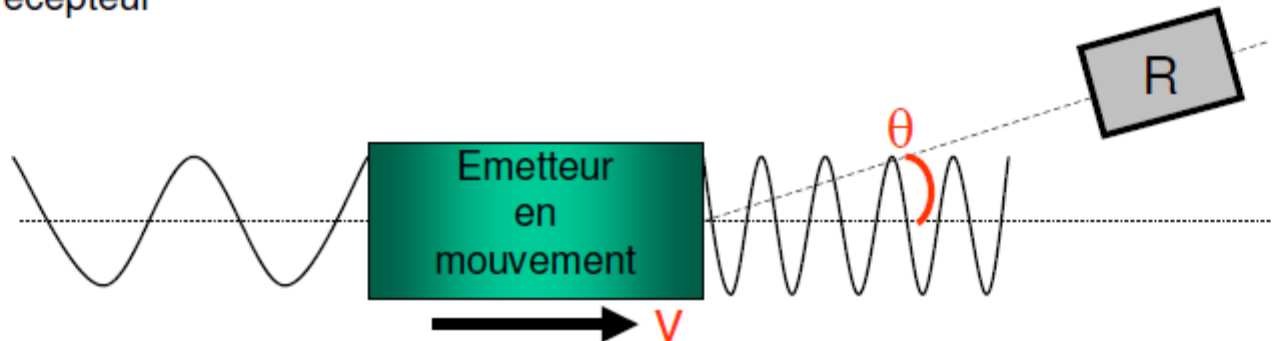
La vélocimétrie Doppler

L'effet Doppler

En cas de déplacement de l'émetteur et du récepteur dans un axe différent

$$\delta F = F_e \cdot v/c \cdot \cos \theta$$

avec θ = angle formé par l'axe de déplacement de l'émetteur et l'axe du récepteur



La vélocimétrie Doppler

L'effet Doppler

Application à la vélocimétrie sanguine

= mesure de la vitesse des hématies dans un vaisseau

Principe

Le faisceau US est émis par une sonde (émetteur fixe) qui, en rencontrant les hématies (récepteurs puis émetteurs secondaires en mouvement), est **rétrodiffusé** vers la sonde (récepteur fixe).

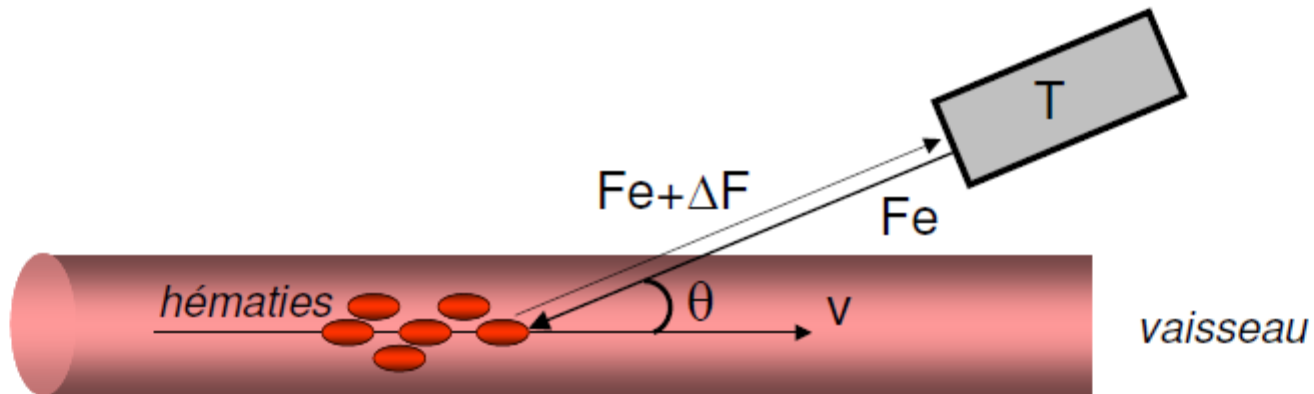
→ 2 effets Doppler consécutifs qui s'ajoutent

$$\Delta F = 2 F_e \cdot v/c \cdot \cos \theta$$

Avec v = vitesse des hématies et ΔF = fréquence du signal Doppler

La vélocimétrie Doppler

Application à la vélocimétrie sanguine



Le signal recueilli par la sonde Doppler (T) est égal à $Fe + \Delta F$

La vélocimétrie Doppler

Application à la vélocimétrie sanguine

$$\Delta F = 2 F_e \cdot v/c \cdot \cos \theta$$

La fréquence Doppler (ΔF) est proportionnelle :

- à la vitesse du flux sanguin (F_e et c connues)
- au cosinus de l'angle de tir (θ)

→ permet de connaître le sens du flux sanguin

- si $90^\circ < \theta < 270^\circ$ alors $\cos \theta < 0$ et $\Delta F < 0$
- si $-90^\circ < \theta < 90^\circ$ alors $\cos \theta > 0$ et $\Delta F > 0$

→ la mesure optimale de ΔF nécessite d'aligner le faisceau US avec le flux sanguin ($\theta \approx 0^\circ$ ou 180° , c'est-à-dire $\cos \theta \approx 1$ ou -1) sinon, l'erreur relative augmente à mesure que l'axe du faisceau US et le flux sanguin deviennent perpendiculaires

Un jeune patient a un œil présentant une amétropie sphérique. Son degré d'amétropie est de + 4 dioptries et son amplitude d'accommodation est de 6 dioptries

Indiquer la réponse exacte

L'œil présente :

- a) une hypermétropie**
- b) une myopie**
- c) un astigmatisme**
- d) une presbytie**
- e) une emmétropie**

Un jeune patient a un œil présentant une amétropie sphérique. Son degré d'amétropie est de + 4 dioptries et son amplitude d'accommodation est de 6 dioptries

Indiquer la réponse exacte

L'œil présente :

- a) une hypermétropie**
- b) une myopie**
- c) un astigmatisme**
- d) une presbytie**
- e) une emmétropie**

degré d'amétropie positif myopie

Un jeune patient a un œil présentant une amétropie sphérique. Son degré d'amétropie est de + 4 dioptries et son amplitude d'accommodation est de 6 dioptries

Indiquer la réponse exacte

L'œil présente :

- a) une hypermétropie
- b) une myopie
- c) un astigmatisme
- d) une presbytie
- e) une emmétropie

degré d'amétropie positif myopie

B exacte

QCM

Parmi les propositions suivantes relatives à la dose efficace, indiquer la ou les propositions FAUSSES

La dose efficace :

- a) est une grandeur de radioprotection
- b) est exprimée en Sievert
- c) traduit l'énergie absorbée par les tissus en prenant en compte la nature des tissus irradiés
- d) traduit l'énergie absorbée par les tissus en prenant en compte la nature du rayonnement
- e) traduit l'énergie absorbée par les tissus en prenant en compte le débit de dose

Réponse

Parmi les propositions suivantes relatives à la dose efficace, indiquer la ou les propositions FAUSSES

La dose efficace :

- a) est une grandeur de radioprotection
- b) est exprimée en Sievert
- c) traduit l'énergie absorbée par les tissus en prenant en compte la nature des tissus irradiés
- d) traduit l'énergie absorbée par les tissus en prenant en compte la nature du rayonnement
- e) traduit l'énergie absorbée par les tissus en prenant en compte le débit de dose

Q Echo Parmi les propositions suivantes indiquer la ou les propositions inexactes :

Concernant l'échographie B vue par le médecin la réalisant est :

A une imagerie dynamique

B Intéressante pour bien séparer les tissus mous

C Permet de connaître le pouvoir d'absorption de formations denses

D Est à lecture appréhendant le plan de façon globale comme la radiologie X traditionnelle

E Donne des cônes d'ombre

Q Echo Parmi les propositions suivantes indiquer la ou les propositions inexactes :

Concernant l'échographie B vue par le médecin la réalisant est :

A une imagerie dynamique

B Intéressante pour bien séparer les tissus mous

C Permet de connaître le pouvoir d'absorption de formations denses

D Est à lecture appréhendant le plan de façon globale comme la radiologie X traditionnelle

E Donne des cônes d'ombre

Réponse C et D

OPTIQUE

Les deux yeux d'un sujet sont identiques et ont une amplitude d'accommodation de 5 dioptries. Le punctum proximum (PP) de cet oeil est situé à 25 cm en avant de la cornée.

Indiquer la proposition exacte

- A) Le sujet est presbyte
- B) La proximité du PP est égale à +4 dioptries
- C) La proximité du PP est égale à -0,25 dioptrie
- D) La proximité du PP est égale à -4 dioptries
- E) Aucune des propositions précédentes n'est exacte

- A) Le sujet est presbyte
- B) La proximité du PP est égale à +4 dioptries
- C) La proximité du PP est égale à -0,25 dioptrie
- D) La proximité du PP est égale à -4 dioptries
- E) Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Solution :

1) proposition A fausse car A supérieur à 4 dioptries

2) Proximité du PP :
$$P_{PP} = \frac{1}{p_{PP}} = \frac{2}{-0,25} = -4 \text{ dioptries}$$

donc propositions B et C fausses, proposition D exacte

- A) Le sujet est presbyte
- B) La proximité du PP est égale à +4 dioptries
- C) La proximité du PP est égale à -0,25 dioptrie
- D) La proximité du PP est égale à -4 dioptries
- E) Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Solution :

1) proposition A fausse car A supérieur à 4 dioptries

2) Proximité du PP :
$$P_{PP} = \frac{1}{p_{PP}} = \frac{2}{-0,25} = -4 \text{ dioptries}$$

donc propositions B et C fausses, proposition D exacte

Proposition exacte : D

QCM RX TDM

Q3 (JLM). Parmi les propositions suivantes donner la seule réponse exacte.

L'exploration par TDM aux rayons X est :

A Fonctionnelle

B Utilisatrice des produits de contraste

C Une imagerie de diffusion

D Une imagerie de réfraction

E Représentée uniquement en coupes frontales

QCM RX TDM

Q3 (JLM). Parmi les propositions suivantes donner la seule réponse exacte.

L'exploration par TDM aux rayons X est :

A Fonctionnelle

B Utilisatrice des produits de contraste

C Une imagerie de diffusion

D Une imagerie de réfraction

E Représentée uniquement en coupes frontales

Réponse B

Exemple de Question Rédactionnelle

Cours Rayons X

Expliquer la formation de l'image radiante en imagerie par RX

Formation de l'image radiante

Tube à Rayons X

Exposition d'entrée : $X_0, X_0, X_0, X_0,$

sujet : $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4$

Image radiante : X_1, X_2, X_3, X_4

Détecteur

L'image radiante est représentée par les différentes valeurs de l'exposition X en chaque point « à la sortie du malade »,

rayonnement transmis : $X = X_0 e^{-\mu x}$

voir cours

Contraste dans l'image radiante

Pour un faisceau parallèle monoénergétique

En un point 1: $X_1 = X_0 e^{-\mu_1 \cdot x_1}$

En un point 2: $X_2 = X_0 e^{-\mu_2 \cdot x_2}$

Si $x_1 = x_2 = x$, alors le contraste C entre les points 1 et 2 de l'image radiante est:

$$C = \text{Ln} (X_1 / X_2) = (\mu_2 - \mu_1) \cdot x$$