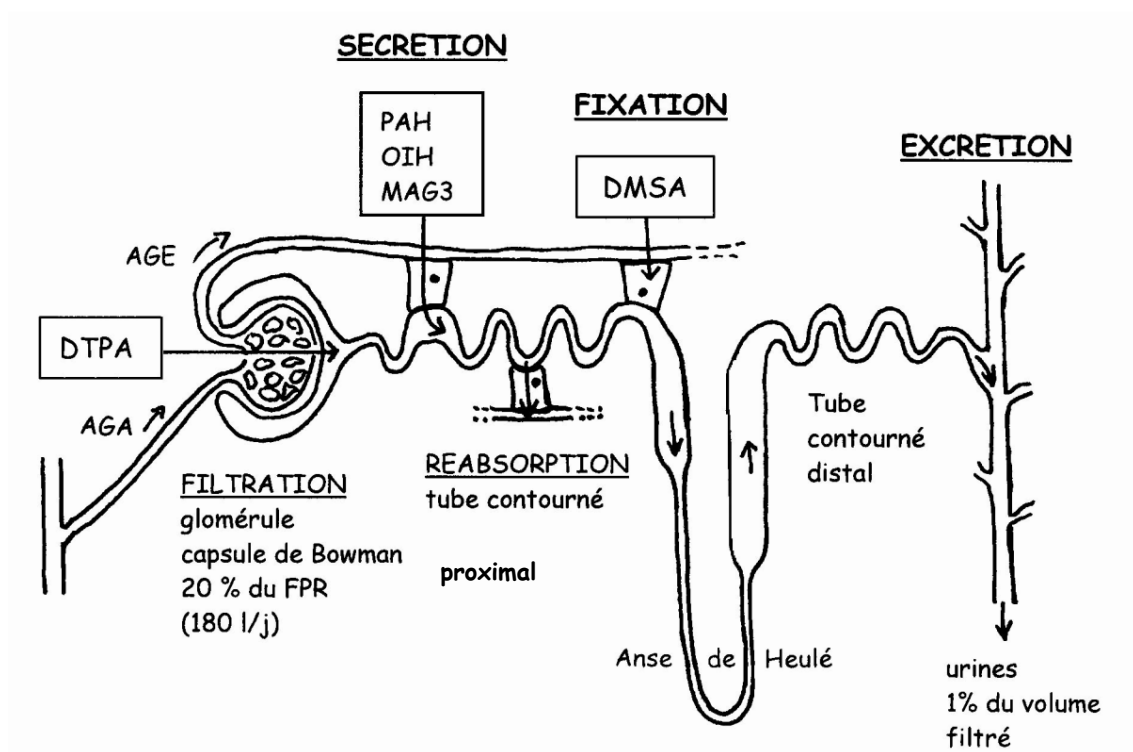


EXPLORATION RÉNALE PAR LES RADIO-ISOTOPES

- 2 examens :**
- aspect dynamique = néphrogramme isotopique
 - aspect statique = scintigraphie rénale quantitative

Unité fonctionnelle : le Néphron (10^6 chez l'homme)



AGA = Artériole Glomérulaire Afférente
AGE = Artériole Glomérulaire Efférente

Clairance d'une substance S = Volume virtuel de plasma
totalement épuré de S par min.

Fraction d'extraction = rapport entre clairance mesurée et débit plasmatique réel.
Si fraction d'extraction = 1 Clairance = flux plasmatique rénal (F.P.R.)

NEPHROGRAMME ISOTOPIQUE

1- Définition

Enregistrement par détection externe des variations au cours du temps de la radioactivité rénale après injection intraveineuse d'un radiopharmaceutique à élimination rénale exclusive.

2 - Radiopharmaceutiques

- molécule de référence : PAH acide Para-Amino-Hippurique
fraction d'extraction = 0,9
clairance = 90 % du Flux Plasmaticque Rénal, correspondant au FPR effectif
- dérivé marqué = OIH Ortho-Iodo-Hippurate (Hippuran-iodé)
soit ^{131}I γ 360 keV (80 %) + β^- $T_{1/2} = 8 \text{ j}$ (doit être abandonné)
soit ^{123}I γ 160 keV (84 %) $T_{1/2} = 13,3 \text{ h}$ (problème de coût élevé)
fraction d'extraction = 0,8 30 % filtré 70 % sécrété
clairance = 80 % du FPR
pas de risque d'allergie à l'iode
- $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - MAG3 = Mercapto-Acétyle-tri-Glycine
fraction d'extraction = 0,6 10 % filtré 90 % sécrété
clairance = 60 % du FPR
avantage du marquage au Technétium : γ 140 keV (100 %) $T_{1/2} = 6 \text{ h}$
- $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - DTPA = acide Di-éthylène-Triamino-Penta-Acétique
comme l'inuline, traceur de la filtration glomérulaire : non sécrété,
non réabsorbé, uniquement filtré.
fraction d'extraction voisine de la fraction de filtration (0,2-0,3)
clairance = 20-30 % du FPR (= GFR Glomerular Filtration Rate)

3 - Réalisation de l'examen

- Préparation du patient :
 - . non à jeun
 - . correctement hydraté
- Position du patient :
 - Classique* :
décubitus dorsal, caméra sous la table d'examen (incidence postérieure, grand champ du coeur à la vessie incluse)
 - Cas particuliers* :
rein transplanté = incidence antérieure abdominale
bilan de ptose rénale = patient assis, dos à la caméra

- Programmation de l'acquisition des données : format image = 64 x 64 pixels
Acquisition dynamique sur 30 min en 2 intervalles : 12 images de 5 s (1min) puis 87 images de 20 s (29 min).
- Injection : IV stricte, rapide, d'un petit volume sous haute activité spécifique, dans une veine du pli du coude (si possible la veine médiane basilique)
DTPA : 5,5 MBq/kg
MAG 3 : 50 à 150 MBq
L'acquisition est lancée au début de l'injection.
Contrôle visuel à l'écran de la qualité de l'injection (front de l'embolo dans l'aorte abdominale). Une injection de mauvaise qualité compromet irréversiblement la totalité de l'examen.

4 - Principe du traitement

Programmes semi-automatiques spécifiques à chaque centre.

- Affichage de la série d'images (par exemple 16 images de 100 s)
- Tracé des zones d'intérêts :
 - 2 zones rénales excluant le bassinet
 - 1 zone incluant toute la vessie (la courbe devra être normalisée sur le maximum du rein)
 - 1 zone vasculaire, en général supra-rénale, évitant en partie le foie.
- L'ordinateur reconstruit les 4 courbes d'évolution de la radioactivité dans ces zones : Néphrogrammes droit et gauche, courbe vésicale, courbe vasculaire.

5 - Résultat normal

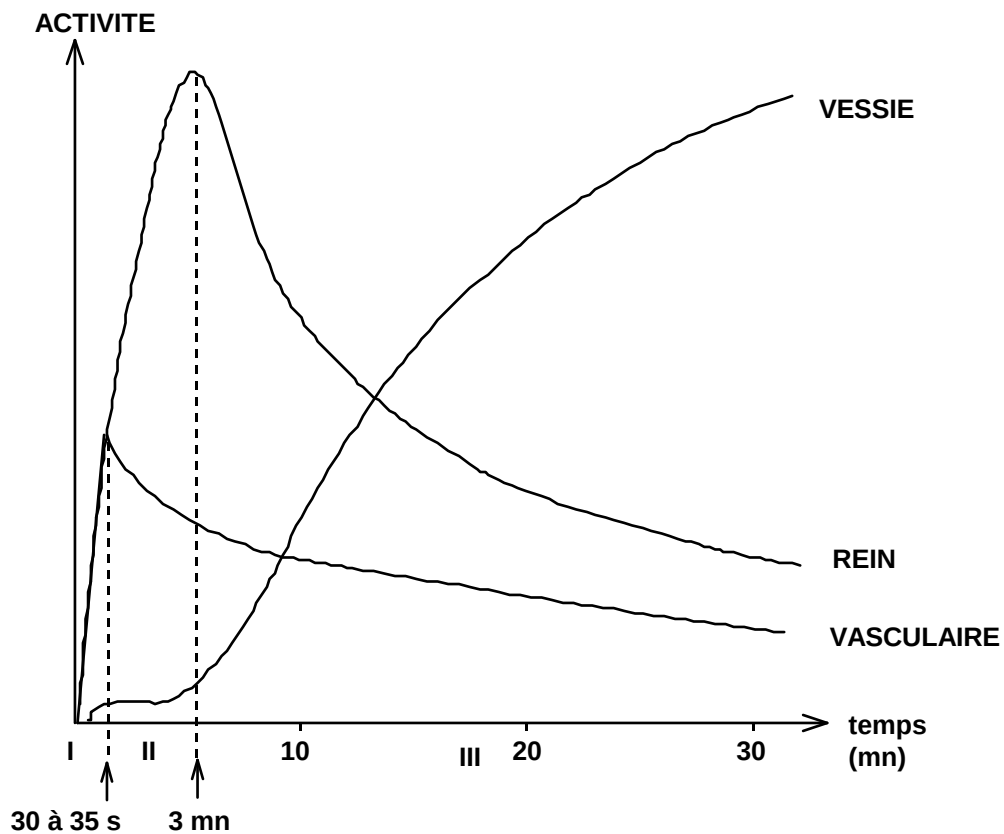
Segment I = phase d'envahissement vasculaire

Durée : 30 - 35 s
Niveau : fonction du lit vasculaire rénal mais aussi du lit vasculaire périrénal et de la dilution vasculaire de l'embolo (qualité de l'injection)

Segment II = phase de "captation"

Captation et rétention du radiopharmaceutique dans le tubule rénal. Fonction de la pression de filtration glomérulaire et du taux d'extraction tubulaire mais aussi de la qualité de l'embolo, du temps de séjour du radiopharmaceutique dans l'aire rénale. L'évolution de cette phase est le résultat d'un compromis entre l'extinction progressive des phénomènes d'apport (embolo, perfusion), de captation et l'apparition des phénomènes d'excrétion.

Temps du pic : 3 à 4 min
Aspect du pic : aigu, angulation marquée



Segment III = phase d'excrétion

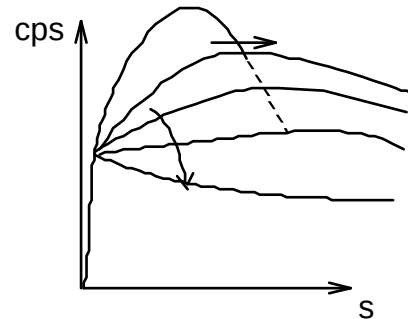
Fuite du radiopharmaceutique hors de l'aire rénale sélectionnée.
 Drainage de l'urine marquée vers le bassin et l'uretère.
 Décroissance d'allure exponentielle.
 Temps de 1/2 excrétion = 10 - 15 min

Le néphrogramme isotopique est le reflet d'un équilibre dynamique entre plusieurs phénomènes, vasculaires, glomérulaires, tubulaires et excrétoires interagissant les uns sur les autres : chaque phase n'est pas spécifique d'un phénomène individuel.
 C'est une appréciation globale de la fonction rénale.

6 - Systématisation des aspects pathologiques

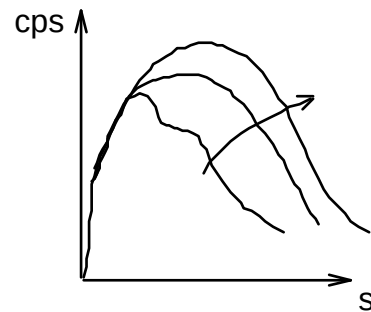
• Insuffisance de captation

Diminution de la pente du segment II
Sommet arrondi et retardé
A la limite, courbe vasculaire ("tracé de loge")



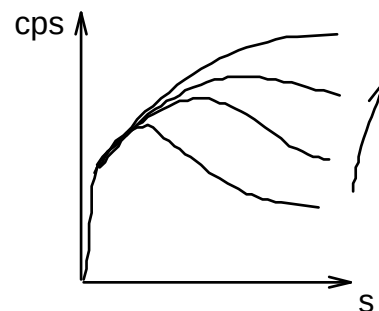
• Ralentissement du transit

Épaulement avec rupture de pente
Convexité du segment II
Élargissement du sommet



• Stase parenchymateuse

Ralentissement de la pente du segment III



Tous ces aspects peuvent s'associer entre eux de manière extrêmement variable.

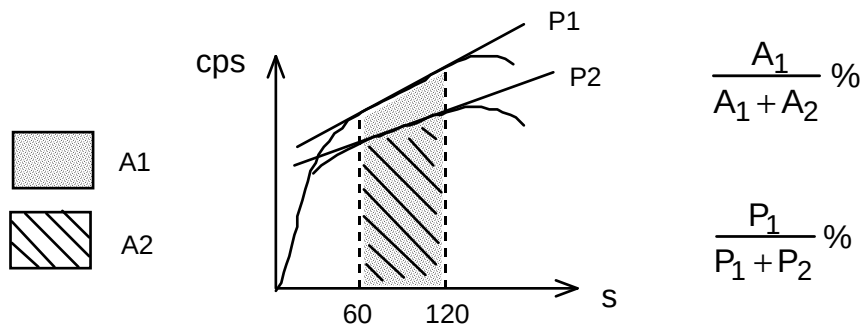
7 - Résultats quantitatifs

L'analyse de chaque néphrogramme permet de calculer des paramètres qui sont des index du débit moyen de fluide tubulaire.

- temps de maximum
- temps de demi excrétion
- activité corticale résiduelle à 20 min (% activité à 20 min par rapport à l'activité maximale) : normal < 30 %
- fonctions séparées : normal $50 \pm 5 \%$

La comparaison des néphrogrammes droit et gauche permet de calculer des index de captation relative des deux reins.

Méthode des pentes ou méthode des aires en début de phase de captation, entre la 1ère et la 2ème minute sur les néphrogrammes corrigés.



Au total :

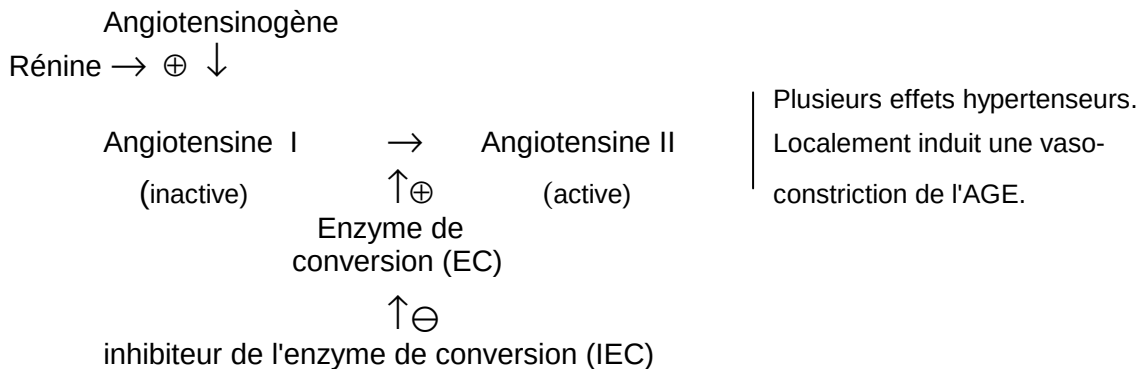
- méthode non invasive, sans risque d'allergie à l'iode ni d'accident chez l'insuffisant cardiaque ou l'insuffisant rénal.
- 5 à 10 fois moins irradiante que l'UIV
- simple à réaliser. Durée totale 35 min. Calculs sophistiqués mais automatisés, résultats obtenus en 10-15 min.
- permet d'évaluer la fonction séparée de chaque rein.

8 - Indications

1) Bilan d'un petit rein hypofonctionnel

Quantification de l'asymétrie de fonction des 2 reins par le calcul des fonctions séparées.

2) Hypertension Rénovasculaire (HRV)-Test au Captopril (IEC)

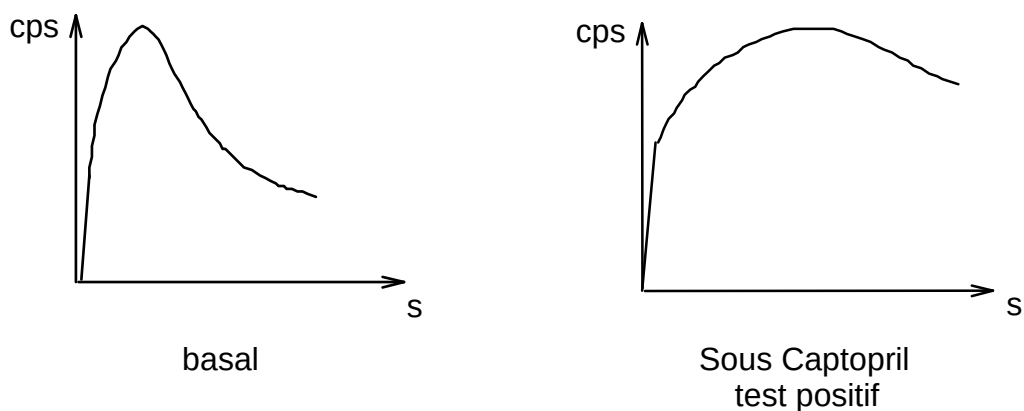


Une sténose de l'artère rénale (athéromateuse 75% ou fibrodysplasique 25%), en diminuant en aval la pression hydrostatique dans l'AGA, fait chuter la filtration glomérulaire (FG) et le débit de fluide tubulaire.

La mise en jeu du système Rénine-Angiotensine permet de préserver une FG correcte par vasoconstriction de l'AGE.

A l'état basal, le néphrogramme de ce rein est normal ou subnormal.

Sous IEC (Captopril, 25 ou 50 mg 1 h avant), ce système de compensation est inhibé et la levée du frein artériolaire efférent conduit à une diminution de la FG. Le néphrogramme du rein porteur de la sténose montre un aspect de ralentissement du débit de fluide tubulaire.



Un test positif permet de détecter les sténoses hémodynamiquement significatives, c'est-à-dire établit un lien de causalité directe entre sténose et HTA (diagnostic d'imputabilité de l'HTA à la sténose).

3) Uropathies obstructives

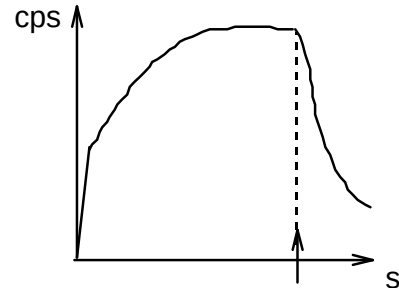
Sténose ou compression urétérale : obstacle organique.

Syndrome de la jonction pyélo-urétérale ou vésico-urétérale : obstacle fonctionnel.

Test au LASILIX :

A la 20ème minute, injection IV d'une ampoule de lasilix.

La levée de l'obstacle signe son caractère fonctionnel.



4) Bilan de ptose rénale

2 néphrogrammes, patient couché, puis assis.

Peuvent être faits dans la même journée.

Appréciation de l'effet de la ptôse sur la dynamique rénale.

Modifications très variables (tracés détériorés ou améliorés).

Donne des arguments dans la discussion d'une indication opératoire.

SYNTHESE : 4 types d'examens

1. néphrogramme simple : reins transplantés
reins natifs : quantification d'une asymétrie de fonction
2. néphrogramme avec test au lasilix : obstacle fonctionnel ou organique
3. néphrogramme assis/couché : bilan de ptôse rénale
4. néphrogramme basal/sous IEC : recherche d'arguments fonctionnels en faveur de l'étiologie rénovasculaire d'une HTA.

Dosimétrie du MAG3

	mGy/MBq	rad/mCi
Paroi de la vessie		
(vessie vide 2 h p.i.)	0,057	0,21
(vessie vide 4,8 h p.i.)	0,127	0,47
Vésicule biliaire (paroi)	0,043	0,16
Reins	0,017	0,062
Foie	0,005	0,017
Ovaires (vessie vide 2 h p.i.)	0,003	0,012
(vessie vide 4,8 h p.i.)	0,007	0,024
Testicules (vessie vide 2 h p.i.)	0,002	0,007
(vessie vide 4,8 h p.i.)	0,004	0,015
Moelle osseuse (vessie vide 2 h p.i.)	0,002	0,006
(vessie vide 4,8 h p.i.)	0,003	0,01
Corps entier	0,001	0,005

L'équivalent de dose efficace est 0,011 mSv/MBq lorsque la vessie est vidée 2 heures après l'injection.