



UNIVERSITÉ DE
MONTPELLIER



ED : BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

Spermatogenèse, ovogenèse, folliculogenèse, fécondation,
1^{ère} semaine du développement embryonnaire

Dr Ahmed Yahyaoui

QCM 1 : Propositions relatives à la spermatogénèse

- A- Elle constitue la fonction endocrine du testicule
- B- Une minorité de spermatogonies meurent par apoptose au cours de la spermatogénèse
- C- Elle débute à la naissance
- D- Physiologiquement, elle se déroule à 34°C
- E- Elle a lieu dans le compartiment extratubulaire du testicule
- F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

QCM 1 : Propositions relatives à la spermatogénèse

- A- Elle constitue la fonction ~~endocrine~~ **exocrine** du testicule
- B- Une ~~minorité~~ **majorité** de spermatogonies meurent par apoptose au cours de la spermatogénèse
- C- Elle débute à ~~la naissance~~ **la puberté**
- D- Physiologiquement, elle se déroule à 34°C
- E- Elle a lieu dans le compartiment ~~extratubulaire~~ **intratubulaire** du testicule
- F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

II. Localisation: le testicule

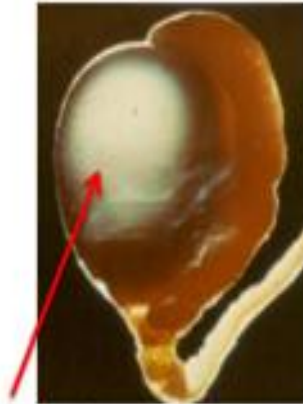
(*Siège de la spermatogénèse*)

A- Elle constitue la fonction endocrine **exocrine** du testicule

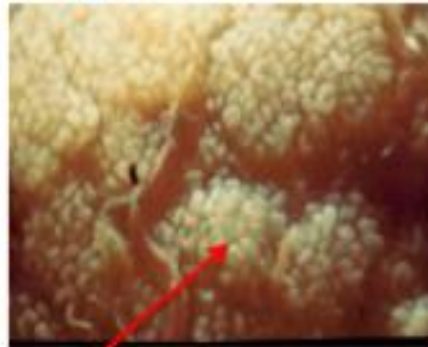
E- Elle a lieu dans le compartiment extratubulaire **intratubulaire** du testicule

Double fonction:

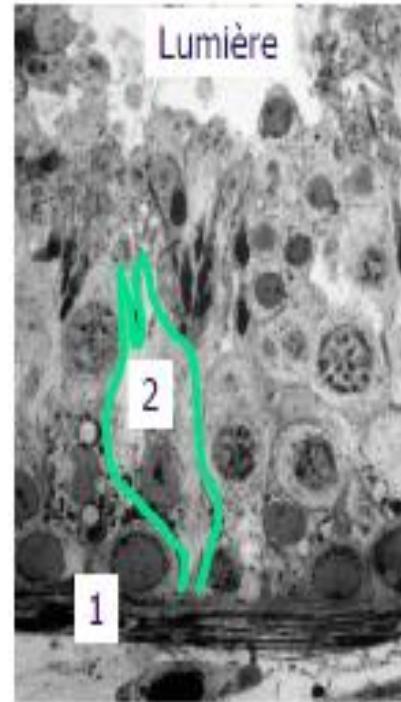
- **Exocrine: intra-tubulaire**
 - production de gamètes
- **Endocrine: compartiment interstitiel**
 - production d'androgènes



Albuginée



Tubes séminifères



Epithélium séminifère

3 types de cellulaires

- Les cellules péritubulaires myoïdes (1)
- Les cellules de Sertoli (2)
- Les cellules germinales
 - Spermatogonies
 - Spermatocytes
 - Spermatides

Généralités

Spermatogénèse=gamétogénèse mâle

→ • Différentiation des cellules germinales mâles en SPZ (gamètes mâles matures)

→ • Processus **continu**

Depuis la puberté jusqu'à la fin de la vie

C- Elle débute à la naissance-la puberté

D- Physiologiquement, elle se déroule à 34°C

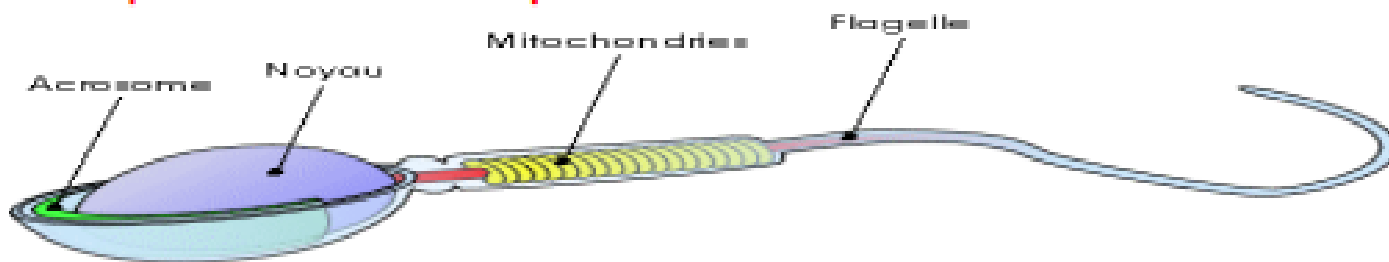
→ • Lieu: **testicules**

Paroi des tubes séminifères



Finalité: production des spermatozoïdes

Régulation
thermique : 34°C



Tête

Pièce Intermédiaire

Queue

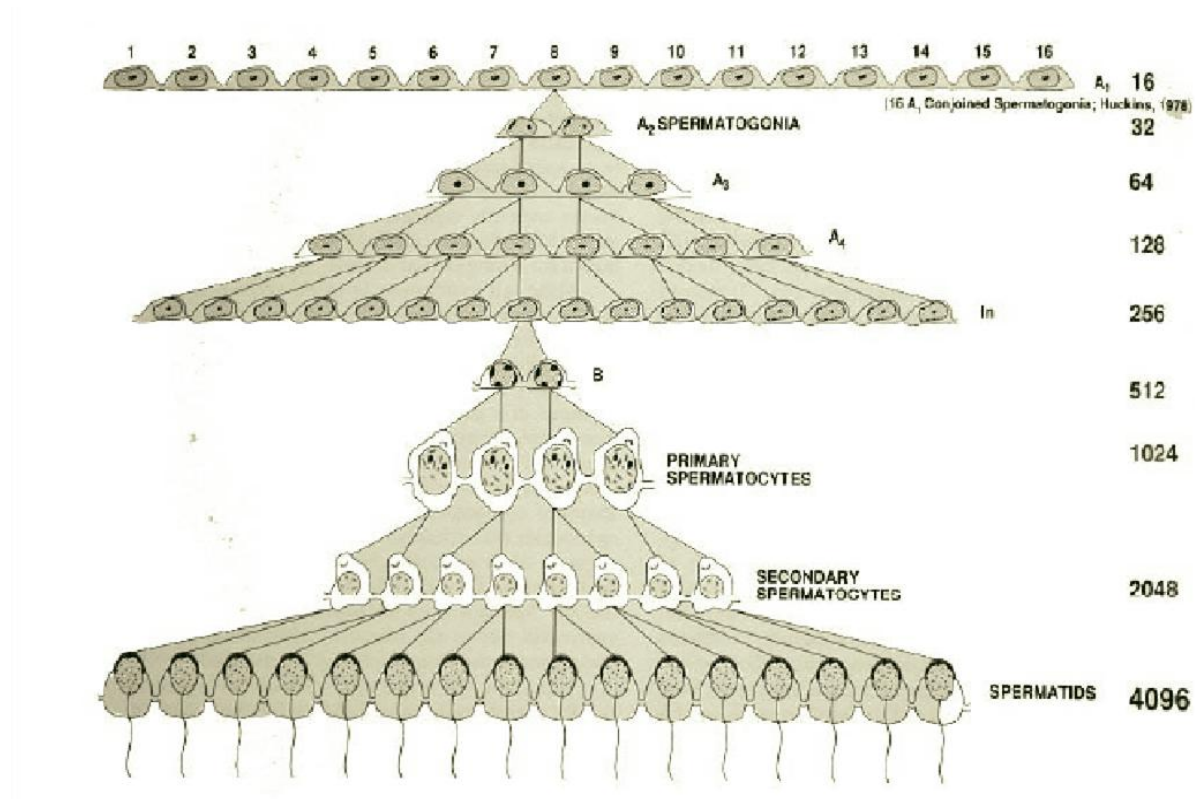
Noyau contenant le génome
haploïde condensé
(protection du génome)

Mitochondries
(carburant)

Flagelle=appareil propulseur
(mobilité → ovocyte)

Régulation par les mécanismes apoptotiques

60-75% des cellules germinales meurent par apoptose
(=mort cellulaire programmée)



B- Une ~~minorité~~ majorité de spermatogonies meurent par apoptose au cours de la spermatogenèse

QCM 2 : Propositions relatives aux étapes de la spermatogenèse

A- La multiplication des spermatogonies est la phase la plus longue de la spermatogenèse

B- Un spermatocyte I se divise en 2 spermatides allongées lors de la méiose réductionnelle

C- La spermatogenèse se définit comme la libération des spermatozoïdes dans la lumière des tubes séminifères

D- Les spermatocytes I contiennent 46 chromosomes à 2 chromatides après la synthèse d'ADN pré-méiotique

E- La formation de l'acrosome à partir de l'appareil de Golgi a lieu pendant la méiose réductionnelle

F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

QCM 2 : Propositions relatives aux étapes de la spermatogenèse

A- La multiplication des spermatogonies est la phase la plus longue de la spermatogenèse

B- Un spermatocyte I se divise en 2 ~~spermatides allongées~~
spermatocytes II lors de la méiose réductionnelle

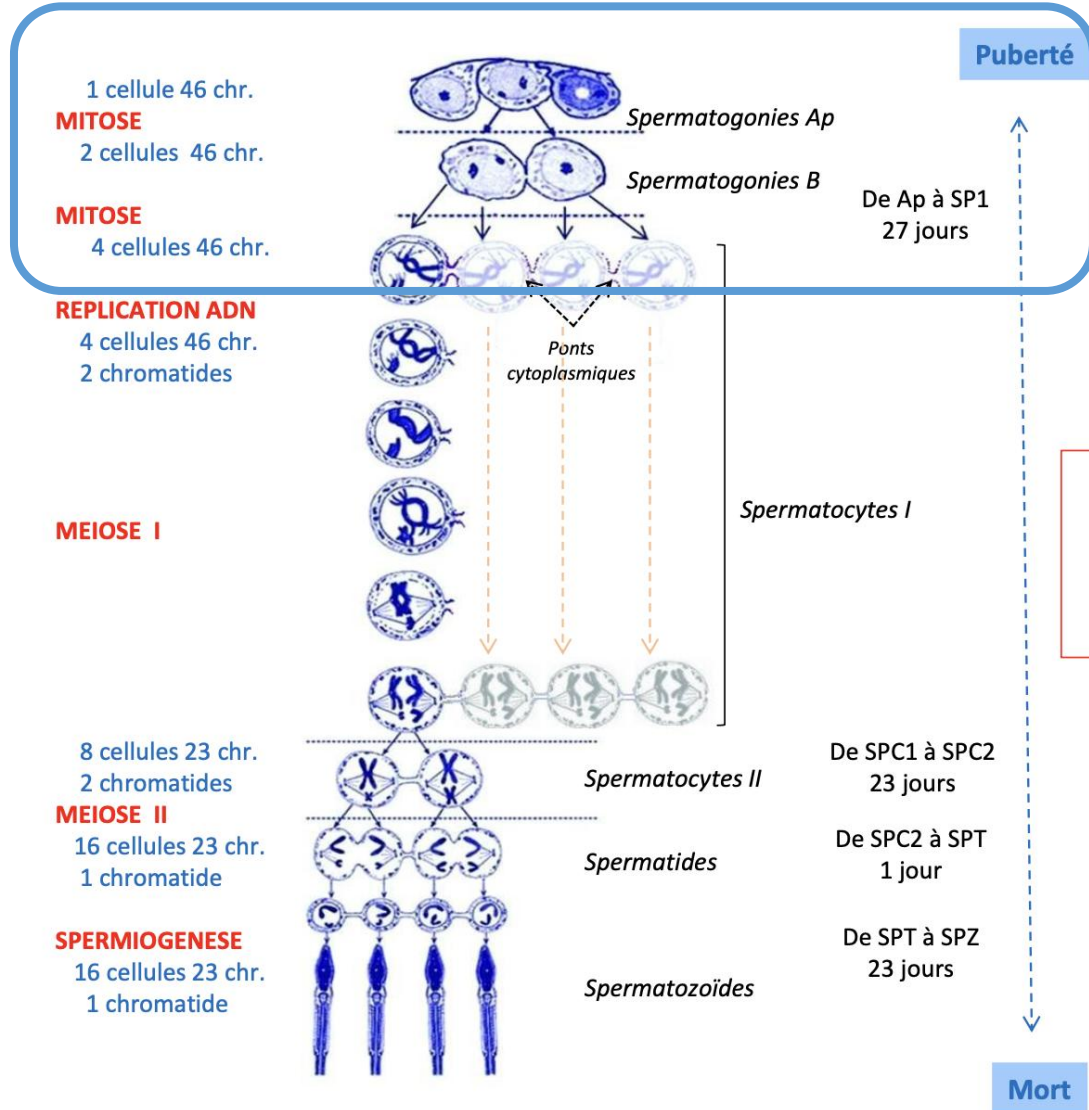
C- La ~~spermatogenèse~~ **spermiation** se définit comme la libération des spermatozoïdes dans la lumière des tubes séminifères

D- Les spermatocytes I contiennent 46 chromosomes à 2 chromatides après la synthèse d'ADN pré méiotique

E- La formation de l'acrosome à partir de l'appareil de Golgi a lieu pendant la ~~méiose réductionnelle~~ **spermiogenèse**

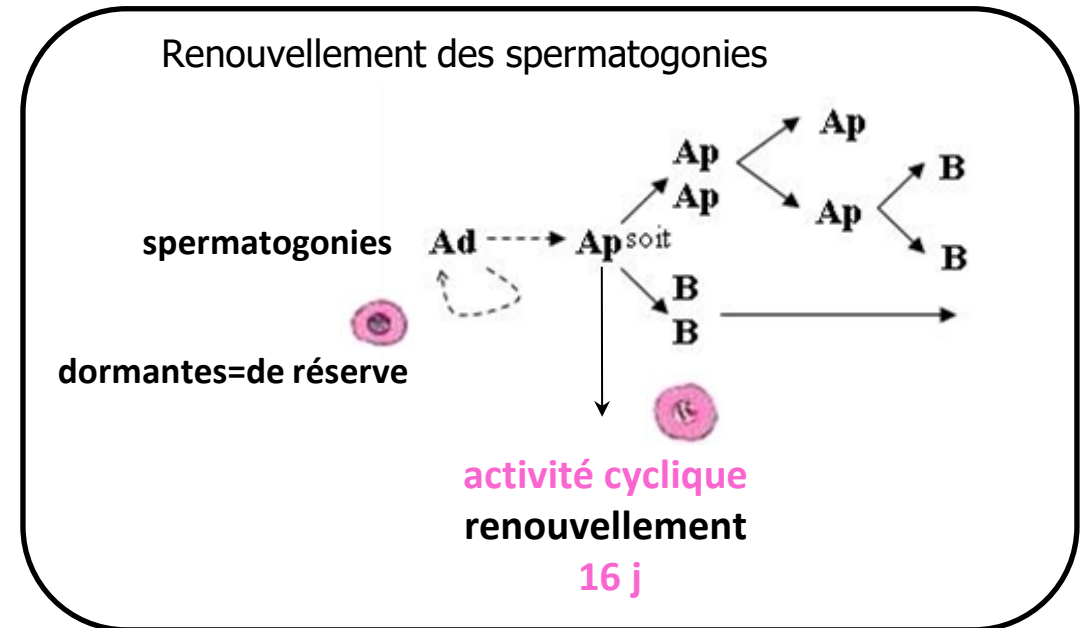
F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

Déroulement de la spermatogenèse

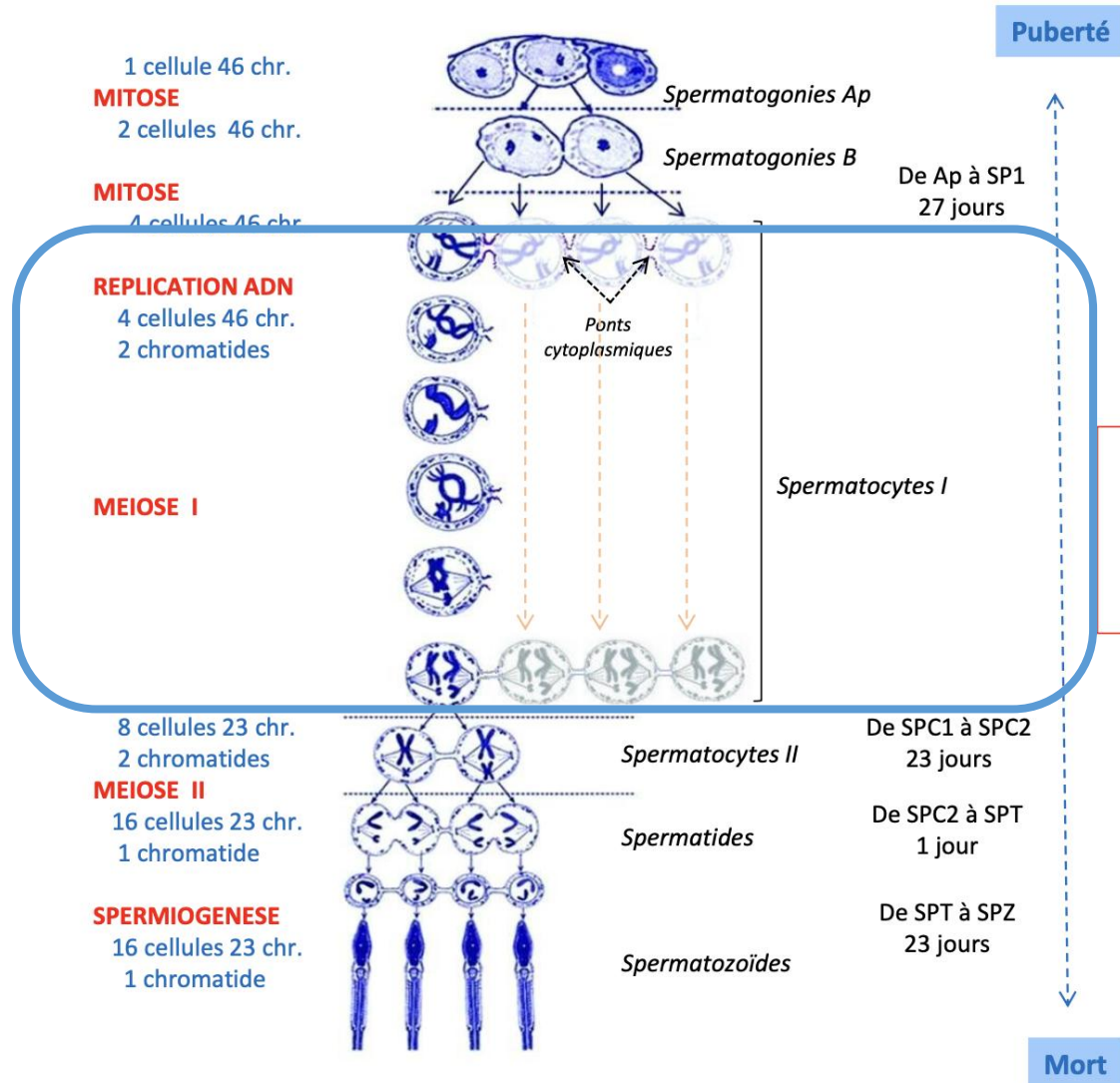


1) Prolifération cellulaire=Mitoses
(27 JOURS)

A- La multiplication des spermatogonies est la phase la plus longue de la spermatogenèse



Déroulement de la spermatogenèse



B- Un spermatocyte I se divise en 2 spermatides allongées **spermatocytes II** lors de la méiose réductionnelle

D- Les spermatocytes I contiennent 46 chromosomes à 2 chromatides après la synthèse d'ADN préméiotique

2) Divisions méiotiques (24 JOURS):

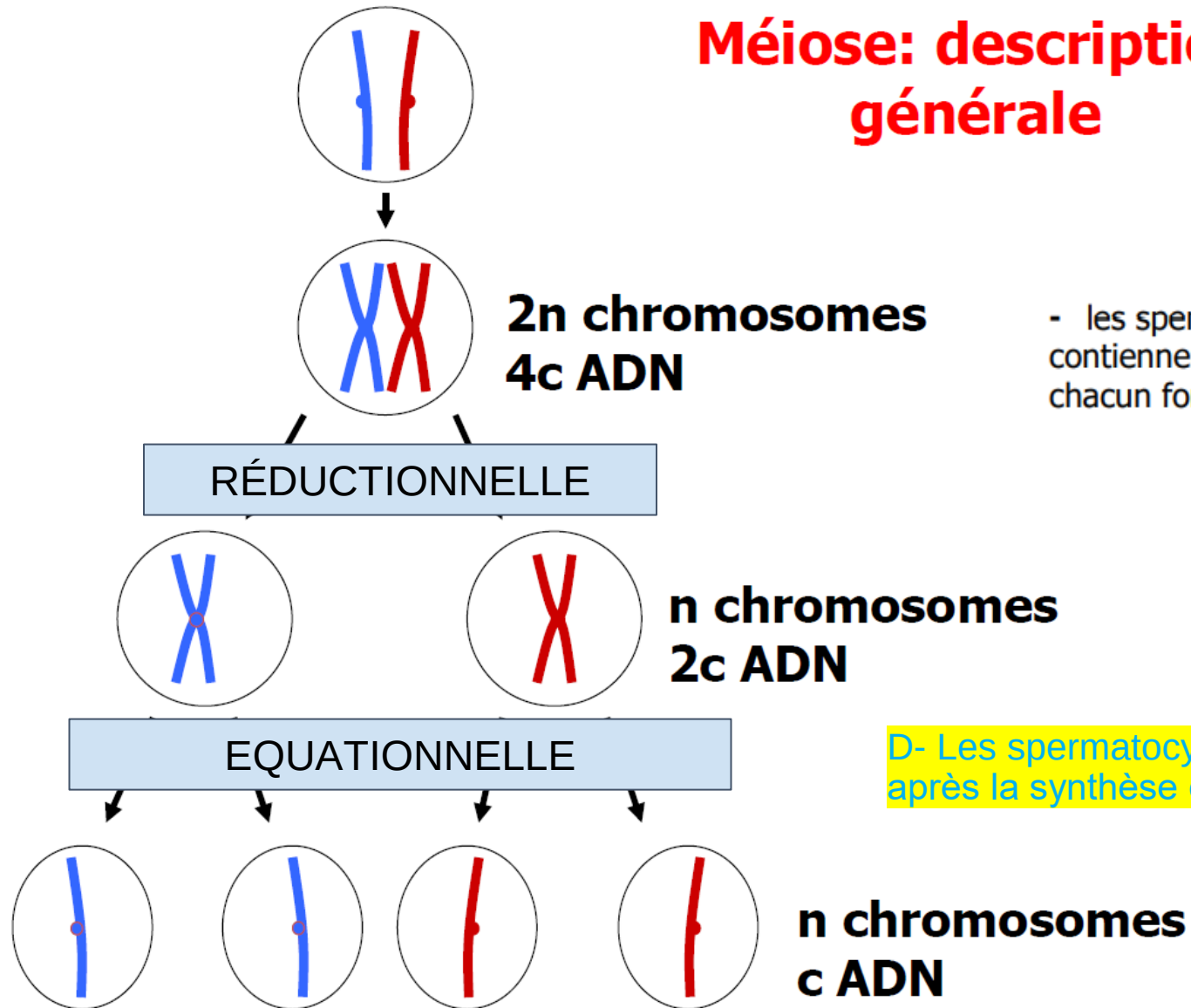
Méiose I=réductionnelle

SPI (46 K à 2 chtides) → 2 SPII (23K à 2 chtides)

Méiose II=équationnelle

SPII (23K à 2 chtides) → 2 Spermatides (23K à 1 chtide)

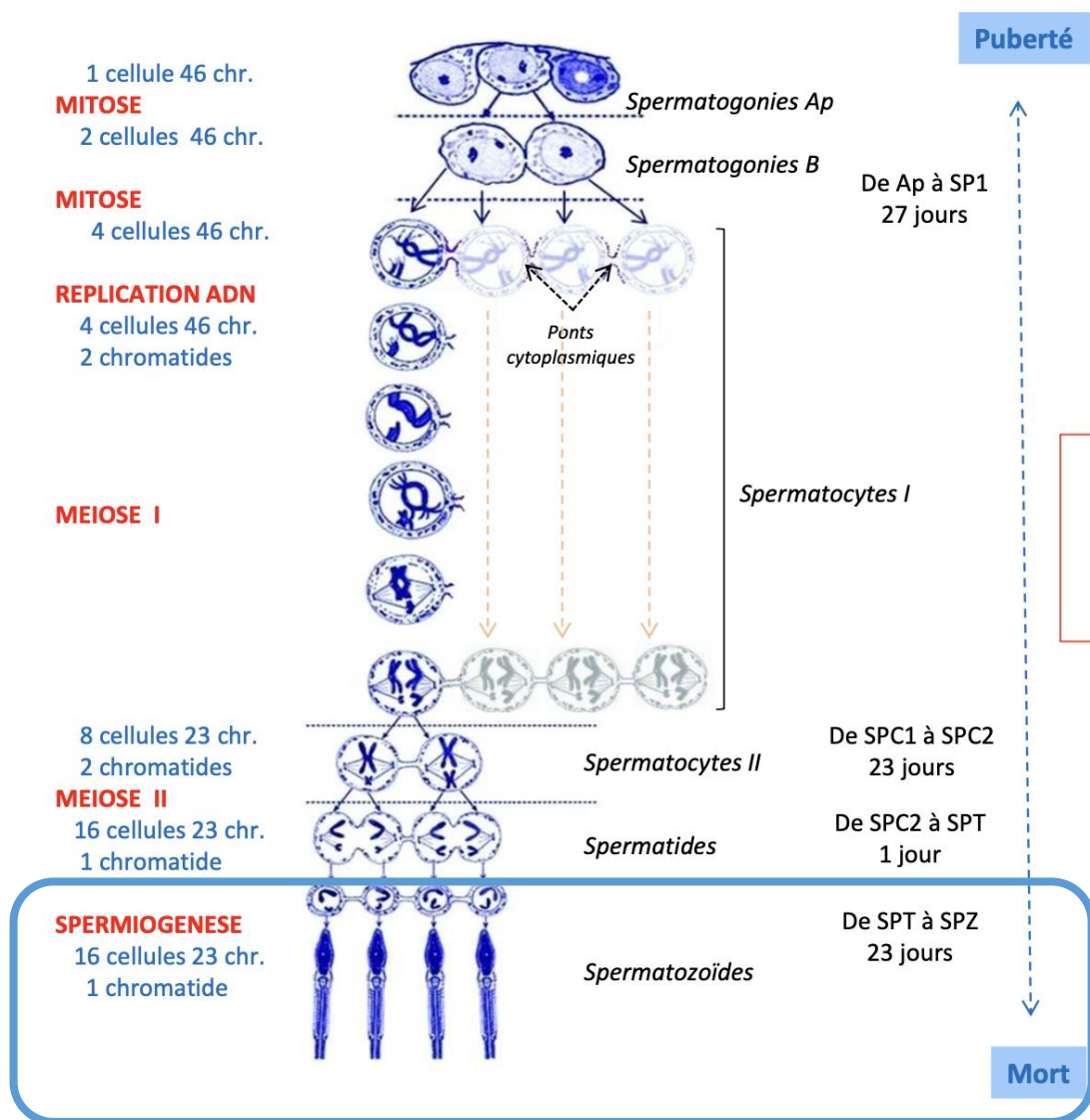
Méiose: description générale



- les spermatocytes I après la synthèse d'ADN pré-méiotique contiennent 46 Chromosomes, chacun formé de 2 chromatides, donc 4 c ADN

D- Les spermatocytes I contiennent 46 chromosomes à 2 chromatides après la synthèse d'ADN préméiotique

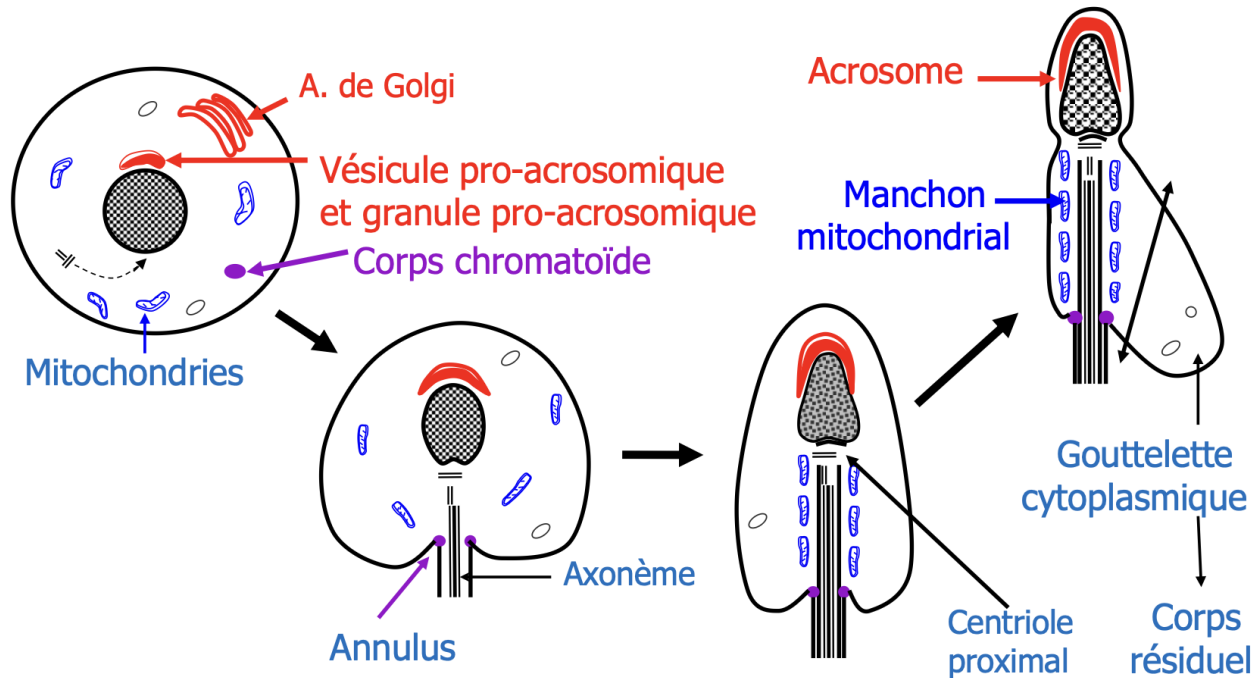
Déroulement de la spermatogenèse



3) Spermiogénèse (23 JOURS)

La spermiogénèse

=différenciation/maturation post-méiotique des spermatides en SPZ



Formation de l'acrosome

Mise en place du flagelle

Élimination du cytoplasme (corps résiduels)

Allongement et condensation du noyau
Histones → Protamines

Mise en place du manchon mitochondrial

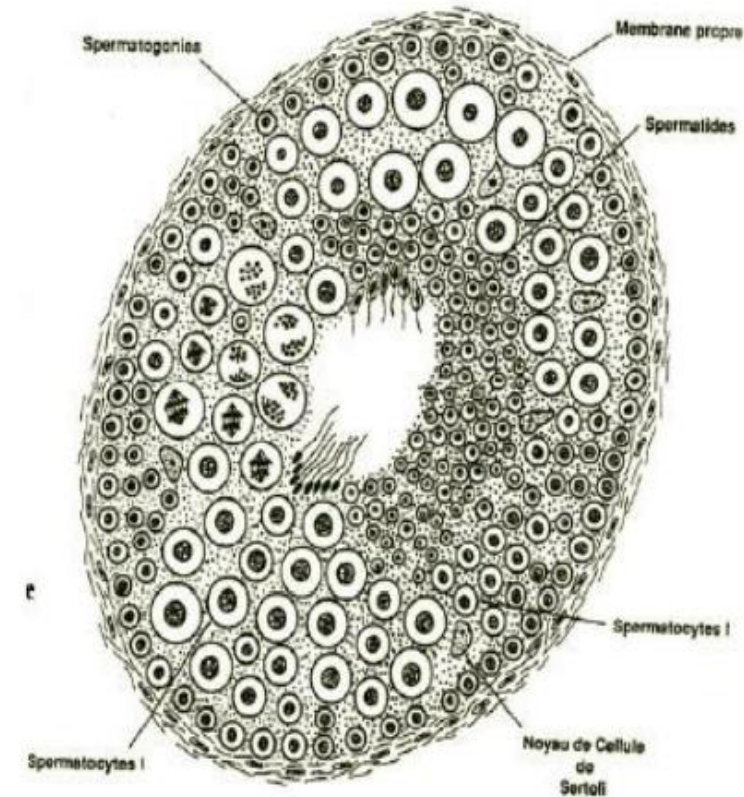
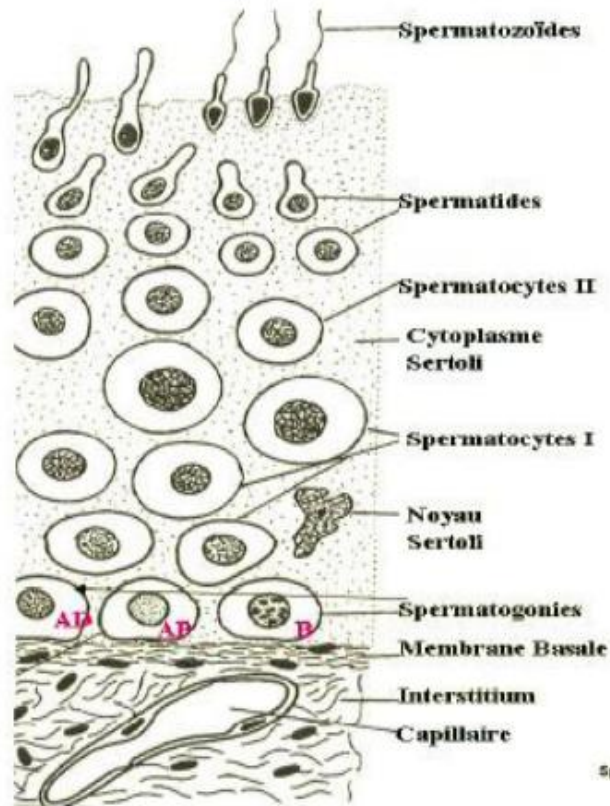
E- La formation de l'acrosome à partir de l'appareil de Golgi a lieu pendant la méiose réductionnelle **spermiogénèse**

La spermiation

= Détachement complet du SPZ et libération dans la lumière du tube séminifère



∉ à la spermatogenèse



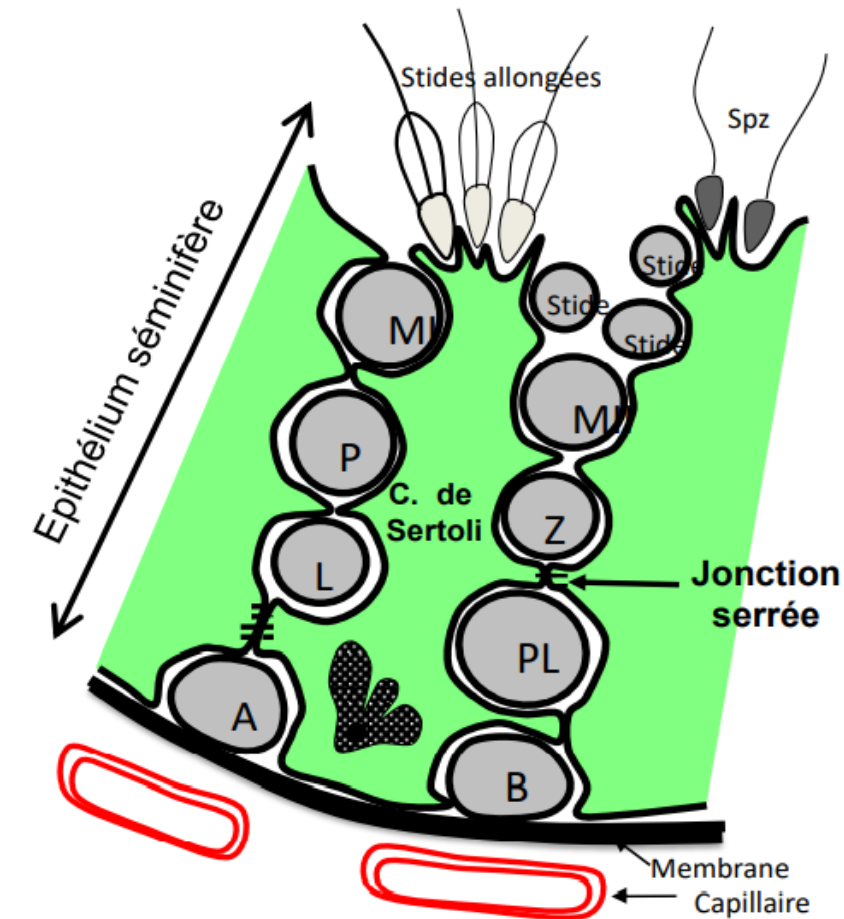
C- La spermatogenèse **spermiation** se définit comme la libération des spermatozoïdes dans la lumière des tubes séminifères

QCM 3 : Propositions relatives aux cellules somatiques impliquées dans la spermatogenèse :

- A- Les cellules de Leydig sont reliées entre elles par des jonctions serrées
- B- Les cellules de Leydig participent à la formation de la barrière hémato testiculaire
- C- Les cellules de Sertoli assurent la production du fluide testiculaire
- D- L'inhibine B exerce un rétrocontrôle négatif sur la sécrétion de LH par la post-hypophyse
- E- La majorité de la sécrétion de testostérone vient des cellules de Sertoli
- F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

QCM 3 : Propositions relatives aux cellules somatiques impliquées dans la spermatogenèse :

- A- Les cellules de ~~Leydig~~ **Sertoli** sont reliées entre elles par des jonctions serrées
- B- Les cellules de **Sertoli** ~~Leydig~~ participent à la formation de la barrière hémato testiculaire
- C- Les cellules de Sertoli assurent la production du fluide testiculaire
- D- L'inhibine B exerce un rétrocontrôle négatif sur la sécrétion de ~~LH~~ **FSH** par ~~la post hypophyse~~ **l'antéhypophyse**
- E- La majorité de la sécrétion de testostérone vient des cellules de ~~Sertoli~~ **Leydig**
- F- Toutes les propositions précédentes sont fausses



- Sur toute la hauteur de l'épithélium
- Reliées par jonctions serrées
- **Barrière hémato-testiculaire (BHT):**
 - Jonctions serrées
 - Paroi des tubes sém.
 - Endothélium des capillaires
- BHT délimite compartiments
 - Basal
 - Ad-luminal

Compartiment basal contenant les spermatogonies et les spermatocytes I (compartiment interstitiel)

Compartiment adluminal contenant les autres éléments de la lignée germinale (compartiment tubulaire)

A- Les cellules de **Leydig** **Sertoli** sont reliées entre elles par des jonctions serrées

B- Les cellules de **Sertoli** **Leydig** participent à la formation de la barrière hémato testiculaire

Fonctions des cellules de Sertoli (2)

2) Protection et nutrition des cellules germinales

Protection contre les agressions immunologiques

Echanges métaboliques cellules germinales / cellules de Sertoli (cellules nourricières)

3) Spermiation

Libération des spermatozoïdes dans la lumière du tube séminifère

4) Sécrétion du fluide testiculaire

Circule dans les voies génitales et sert au transport des spermatozoïdes.

Contient:

ABP (androgen binding protein) (transport testostérone vers épithélium séminifère et concentration)

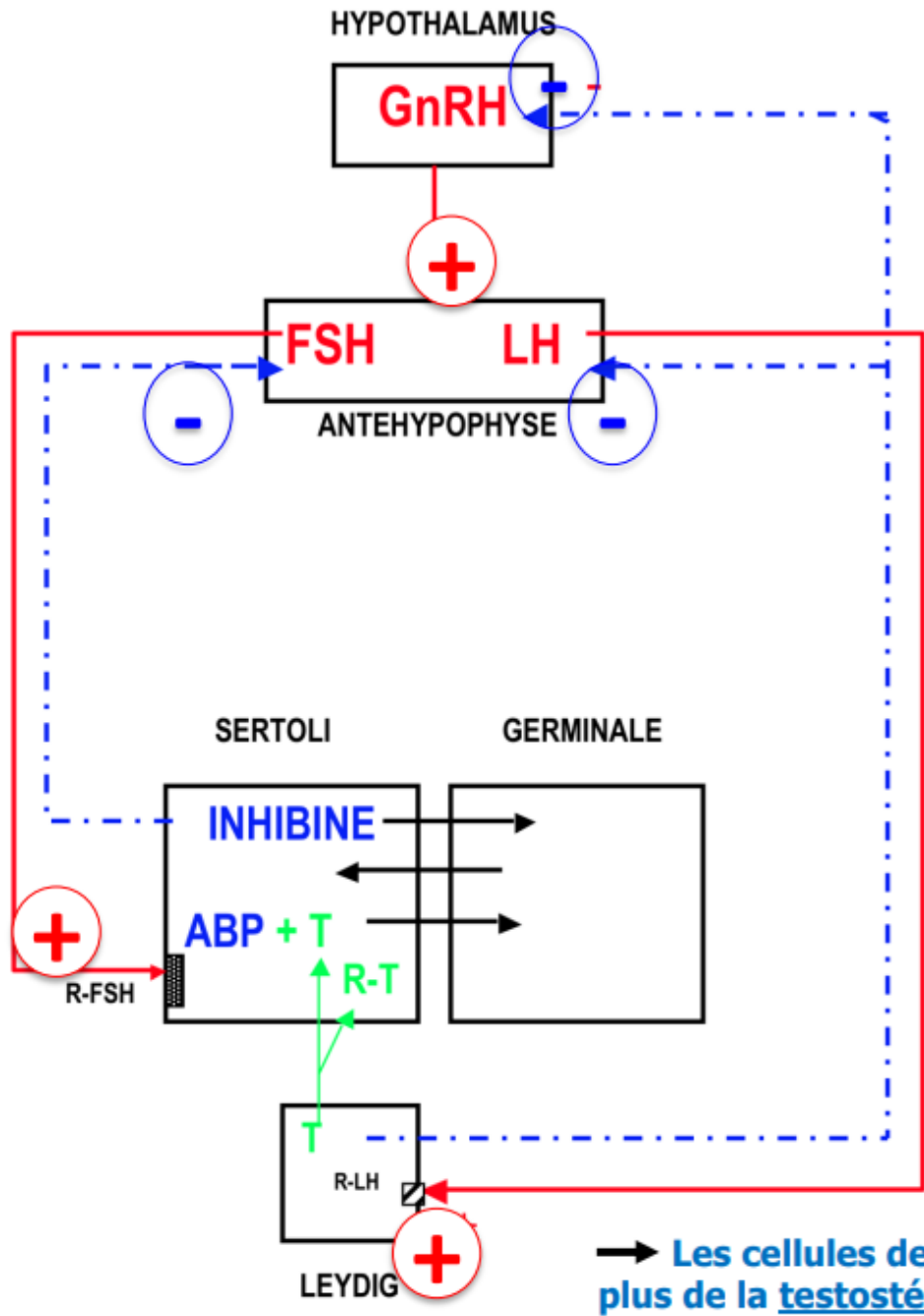
Inhibine B (--> rétrocontrôle de la sécrétion FSH)

Lactate et **pyruvate** à partir du glucose --> développement et différenciation des cellules germinales

C- Les cellules de Sertoli assurent la production du fluide testiculaire

Régulation de la spermatogenèse

THERMIQUE: 34°C

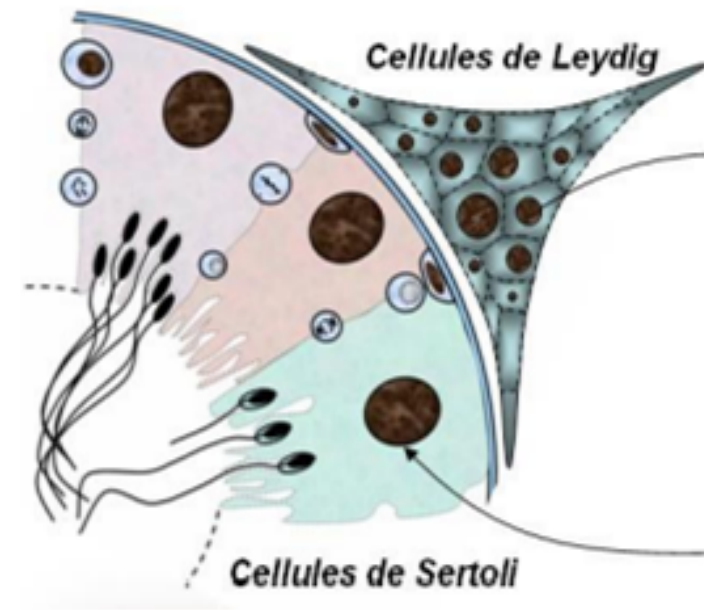


D- L'inhibine B exerce un rétrocontrôle négatif sur la sécrétion de LH- FSH par la post hypophyse l'antéhypophyse

→ Les cellules de Leydig sécrètent essentiellement des androgènes: 95% ou plus de la testostérone est d'origine testiculaire.

Fonctions des cellules de Leydig

→ Les cellules de Leydig sécrètent essentiellement des androgènes: 95% ou plus de la testostérone est d'origine testiculaire.

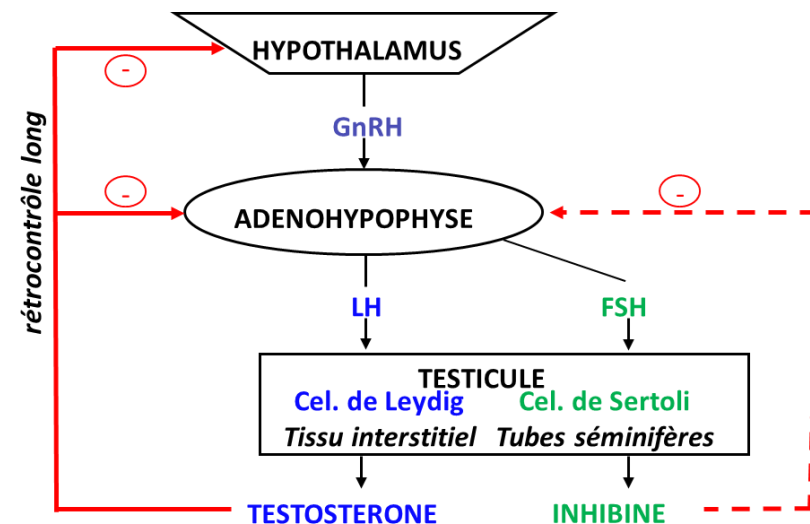


testostérone

Actions sur spermatogénèse et développement des organes sexuels et des caractères sexuels secondaires

Une certaine quantité de testostérone et d'androstenedione pénètre librement dans les cellules de Sertoli.

- Fixation directe sur leur récepteur (AR)
- Conversion en dihydrotestostérone (DHT)



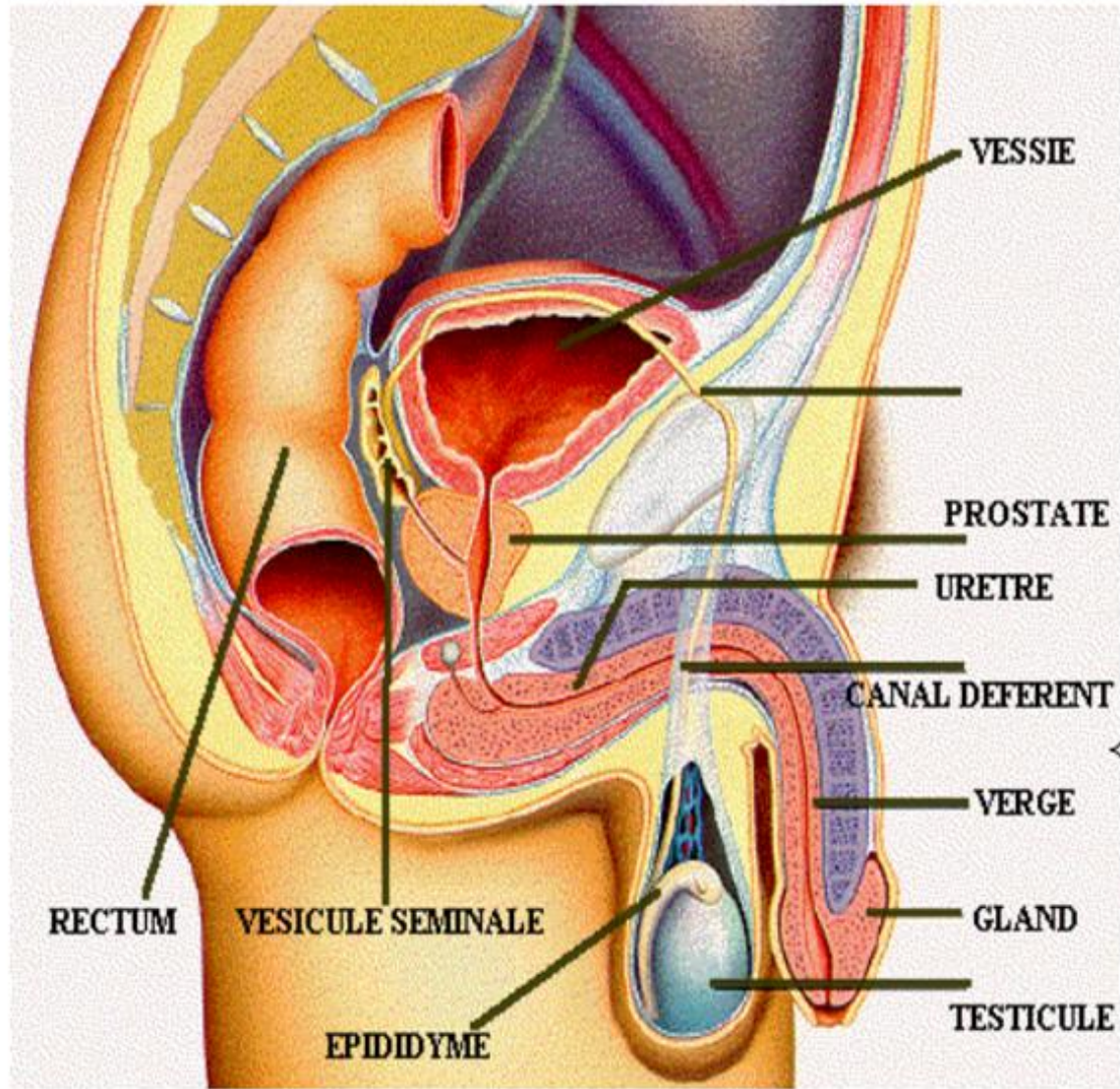
E- La majorité de la sécrétion de testostérone vient des cellules de Sertoli ~~Leydig~~

QCM 4 : Propositions relatives à la maturation des spermatozoïdes dans l'épididyme :

- A- L'épididyme participe à l'élimination des spermatozoïdes vieillissants
- B- Les cellules épithéliales de la paroi épидидymaire possèdent des fonctions de sécrétion et d'absorption
- C- Les sécrétions épидидymaires représentent environ 50% du liquide séminal
- D- Au cours de leur transit dans l'épididyme, les spermatozoïdes acquièrent leur capacité de liaison à la membrane plasmique ovocytaire
- E- La durée du transit des spermatozoïdes dans l'épididyme est d'environ 10 à 12 jours
- F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

QCM 4 : Propositions relatives à la maturation épидидymaire des spermatozoïdes:

- A- L'épididyme participe à l'élimination des spermatozoïdes vieillissants
- B- Les cellules épithéliales de la paroi épидидymaire possèdent des fonctions de sécrétion et d'absorption
- C- Les sécrétions épидидymaires représentent environ ~~50%~~ 5% du liquide séminal
- D- Au cours de leur transit dans l'épididyme, les spermatozoïdes acquièrent leur capacité de liaison à la ~~membrane plasmique ovocytaire~~ zone pellucide
- E- La durée du transit des spermatozoïdes dans l'épididyme est d'environ 10 à 12 jours
- F- Toutes les propositions précédentes sont fausses



Sperme =

Spermatozoïdes + Liquide séminal

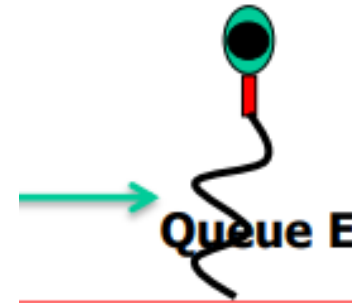
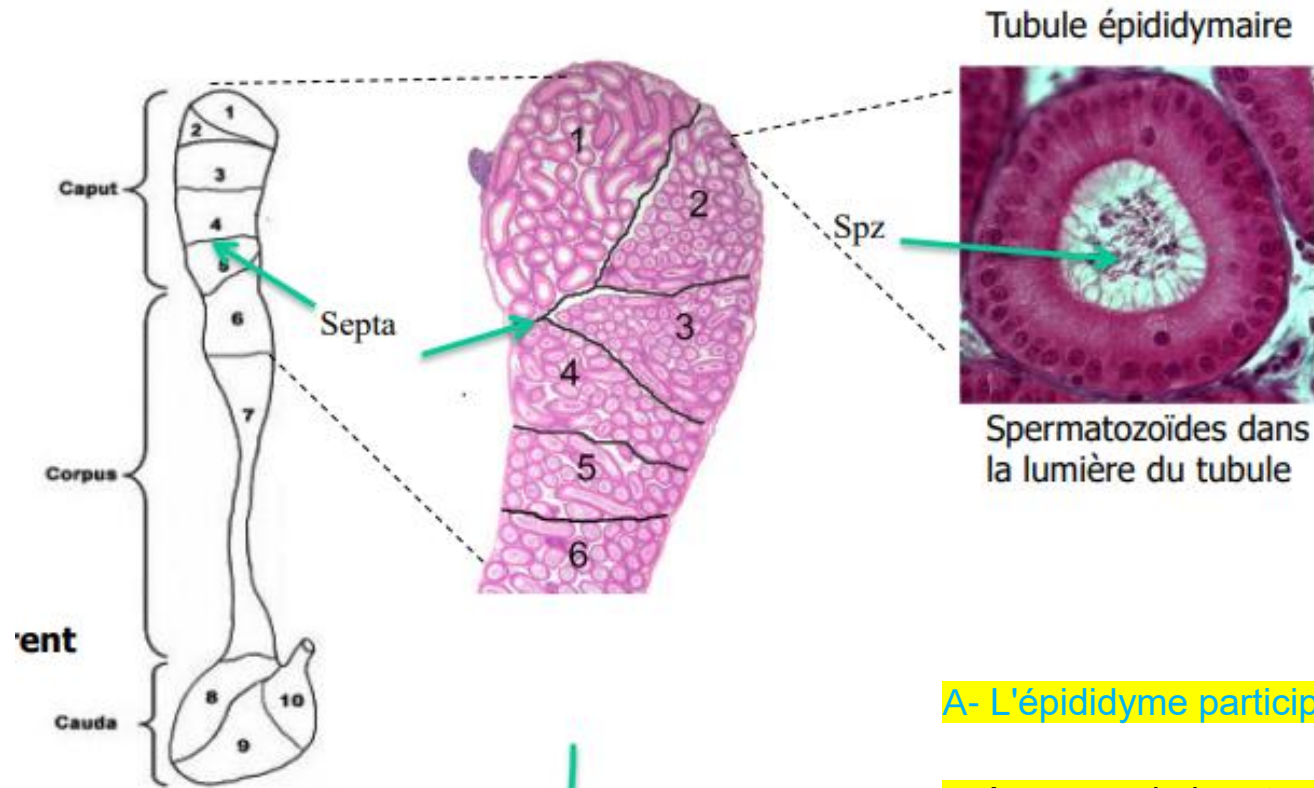
- ~ 5% épидидyme
- ~ 65% vésicules séminales
- ~ 30% prostate
- ~ <1% glandes de Cooper

C- Les sécrétions épидидymaires représentent environ ~~50%~~ 5% du liquide séminal

Maturation épидидymaire permet aux SPZ

- développer une mobilité progressive
- acquisition d'une spécificité de fixation à la ZP
- acquisition du pouvoir fécondant
- assurer un développement embryonnaire viable

- sert de conduit pour le transport
- élabore le milieu où s'effectue la maturation
- conserve les SPZ pendant une période limitée
- participe à l'élimination des SPZ vieilliss



- Compaction nucléaire accrue
- Acquisition de la mobilité de spz
- Liaison à la ZP
- Acquisition Pouvoir fécondant
- Capacité à donner un embryon viable

A- L'épididyme participe à l'élimination des spermatozoïdes vieilliss

D-Au cours de leur transit dans l'épididyme, les spermatozoïdes acquièrent leur capacité de liaison à la membrane plasmique-ovocytaire **zone pellucide**

Trajet du sperme

74j
Testis

Tubes séminifères: **Spgénèse**

sortie du testicule

10-12j
Epididyme

Canaux efférents: réabsorption liquide TS

Canal épидидymaire: maturation des spz puis
stockage = **arrêt des spz**

E
j
a
c
u
l
a
t
i
o
n

émission

expulsion

Prostate

Canal déférent

Urètre postérieur

Éjaculat

**Mobilisation d'une partie des
Spz de la queue épидидymaire**

Vésicules séminales

B- Les cellules épithéliales de la paroi épидидymaire possèdent des fonctions de sécrétion et d'absorption

E- La durée du transit des spermatozoïdes dans l'épididyme est d'environ 10 à 12 jours

QCM 5 : Propositions relatives à l'ovogenèse et la folliculogenèse :

- A- Le stock de follicules ovariens est d'environ un million au moment de la puberté
- B- L'atrésie des follicules primordiaux démarre à la naissance
- C- Les ovocytes I sont bloqués au stade pachytène de la prophase I pendant la croissance folliculaire
- D- La phase de multiplication des ovogonies a lieu dès la vie intra utérine et prend fin au moment de la ménopause
- E- La fin de la deuxième division méiotique de l'ovocyte correspond au stade de vésicule germinale
- F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

QCM 5 : Propositions relatives à l'ovogenèse et la folliculogenèse :

A- Le stock de follicules ovariens est d'environ un million au moment de la ~~puberté~~ **naissance**

B- L'atrésie des follicules primordiaux démarre ~~à la naissance~~ **dès la vie intra utérine et prend fin au moment de la ménopause**

C- Les ovocytes I sont bloqués au stade ~~pachytène~~ **diplotène** de la prophase I pendant la croissance folliculaire

D- La phase de multiplication des ovogonies a lieu ~~dès la vie intra utérine et prend fin au moment de la ménopause~~ **avant le 7ème mois de vie intra-utérine**

E- La fin de la deuxième division méiotique de l'ovocyte correspond ~~au stade de vésicule germinale~~ **à l'expulsion du 2nd globule polaire (fécondation)**

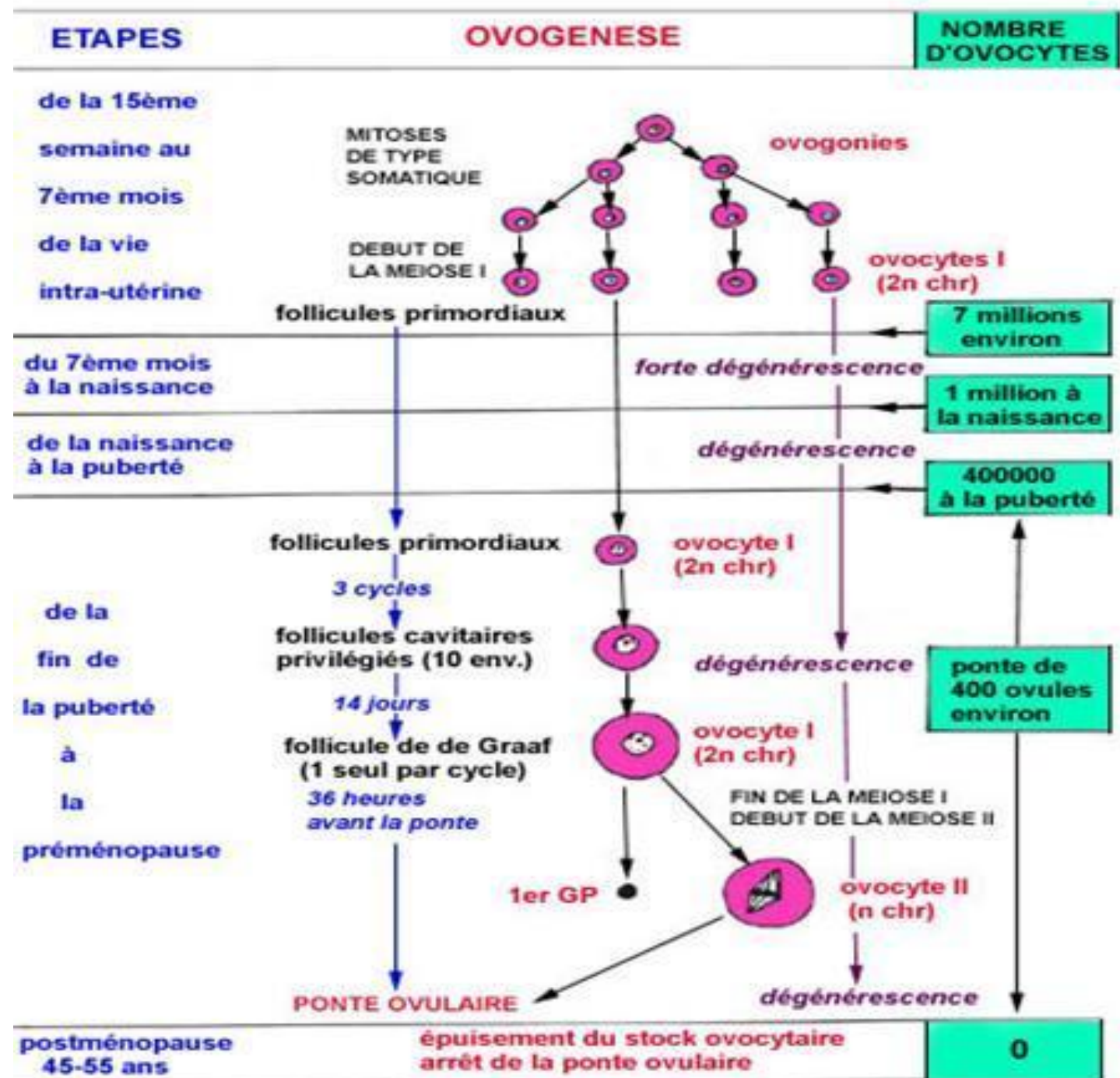
F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

Chronologie de l'ovogenèse

- 7 millions de cellules souches *in utero*
- Naissance : 1 million de follicules
- Puberté : 300 000 follicules
- Ménopause : 1 000 follicules

A- Le stock de follicules ovariens est d'environ un million au moment de la **puberté naissance**

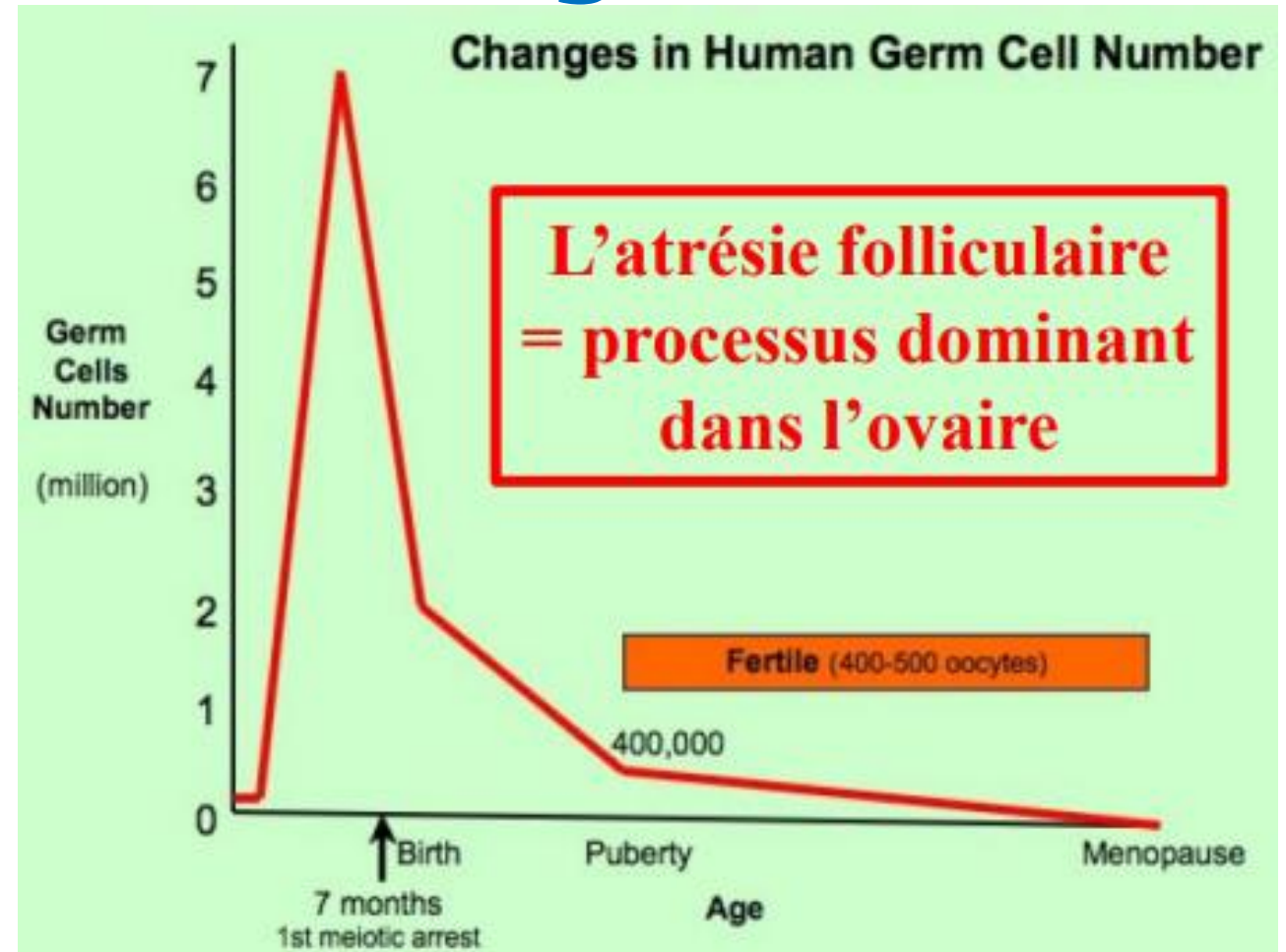
B- L'atrésie des follicules primordiaux démarre à la **naissance** dès la vie intra utérine et prend fin au moment de la ménopause



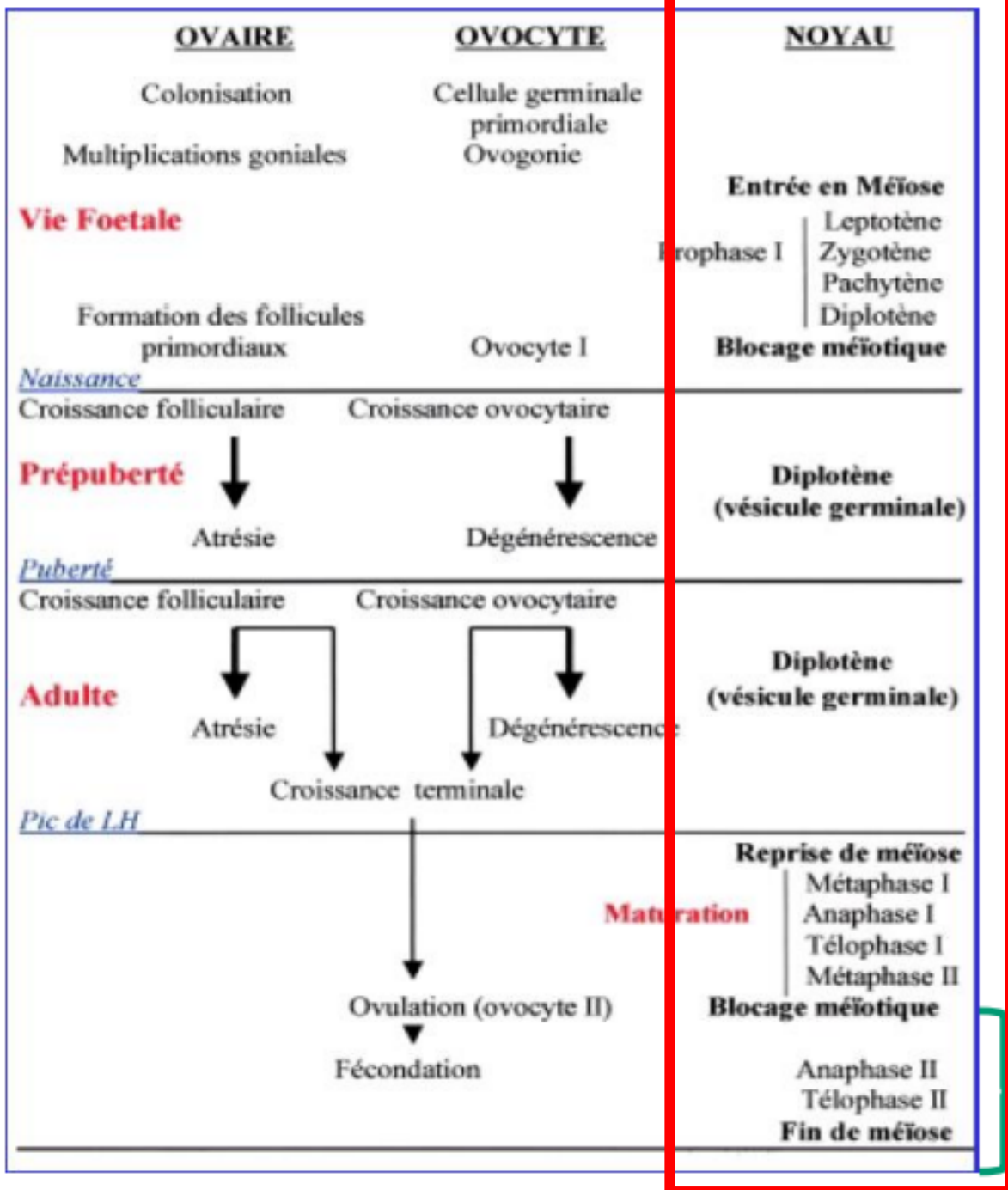
Chronologie de l'ovogenèse

- L'ovogenèse débute avant la naissance
- Multiplication des ovogonies du 4^{ème} au 7^{ème} mois de vie fœtale
- A la fin de la phase de multiplication = stock d'ovogonies

Stock limité et **définitif !!!**



D- La phase de multiplication des ovogonies a lieu dès la vie intra utérine et prend fin au moment de la ménopause **avant le 7ème mois de vie intra-utérine**



C- Les ovocytes I sont bloqués au stade pachytène diplotène de la prophase I pendant la croissance folliculaire

E- La fin de la deuxième division méiotique de l'ovocyte correspond au stade de vésicule germinale à l'expulsion du 2nd globule polaire (fécondation)

Seule la fécondation permettra d'achever définitivement la méiose ovocytaire



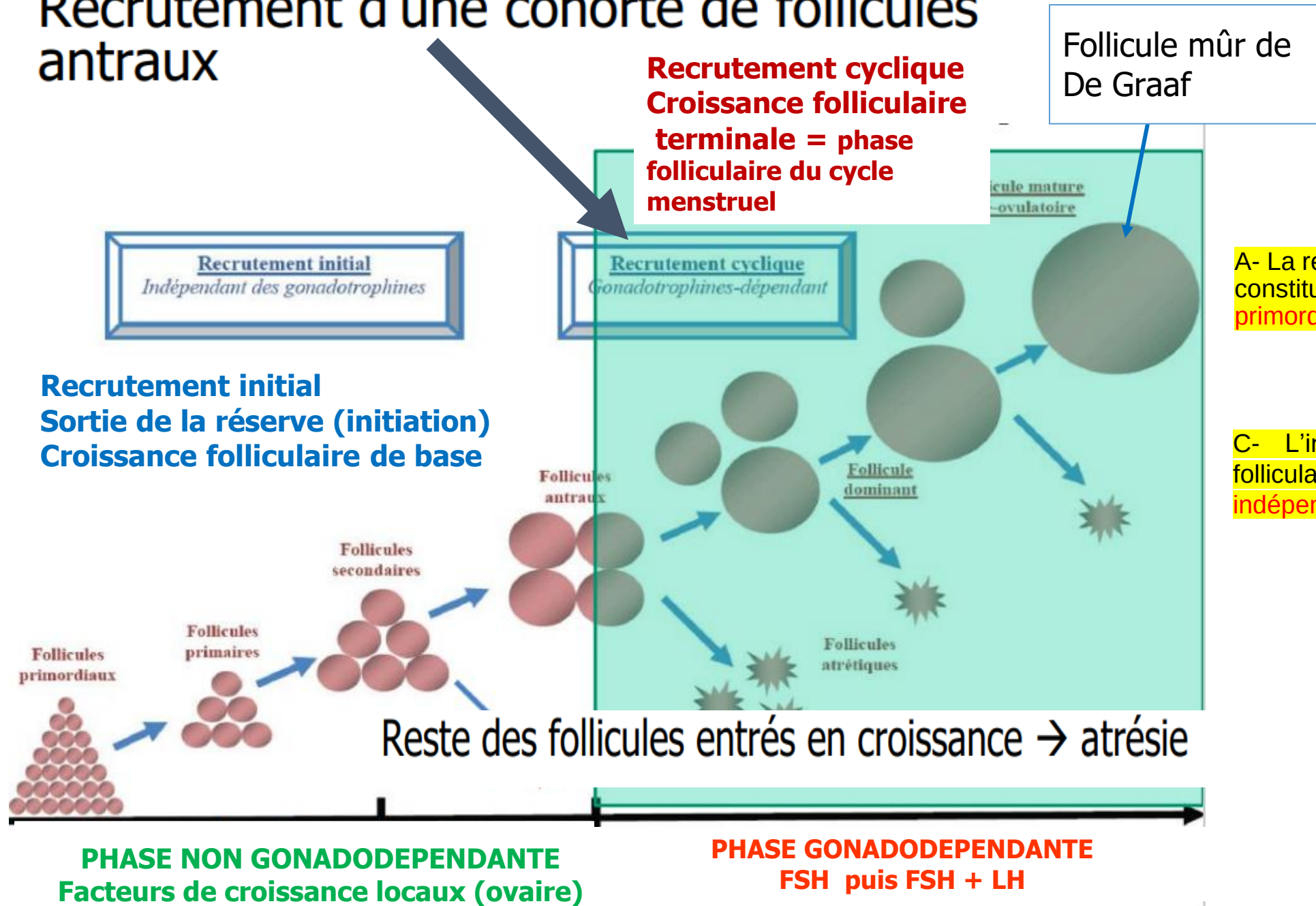
QCM 6 : Propositions relatives à la folliculogénèse :

- A- La réserve folliculaire est constituée de follicules secondaires à l'état quiescent
- B- Une cohorte de follicules antraux entrent en croissance de façon cyclique chez la femme entre la naissance et la ménopause
- C- L'initiation de la croissance folliculaire est dépendante des gonadotrophines
- D- Le follicule dominant est sélectionné par un seuil de réponse plus bas à la FSH
- E- A partir de la puberté, la plupart des follicules rentrés en croissance folliculaire de base sont voués à l'atrésie
- F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

QCM 6 : Propositions relatives à la folliculogénèse :

- A- La réserve folliculaire est constituée de follicules ~~secondaires~~ **primordiaux** à l'état quiescent
- B- Une cohorte de follicules antraux entrent en croissance de façon cyclique chez la femme entre la ~~naissance~~ **puberté** et la ménopause
- C- L'initiation de la croissance folliculaire est ~~dépendante~~ **indépendante** des gonadotrophines
- D- Le follicule dominant est sélectionné par un seuil de réponse plus bas à la FSH
- E- A partir de la puberté, la plupart des follicules rentrés en croissance folliculaire de base sont voués à l'atrésie
- F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

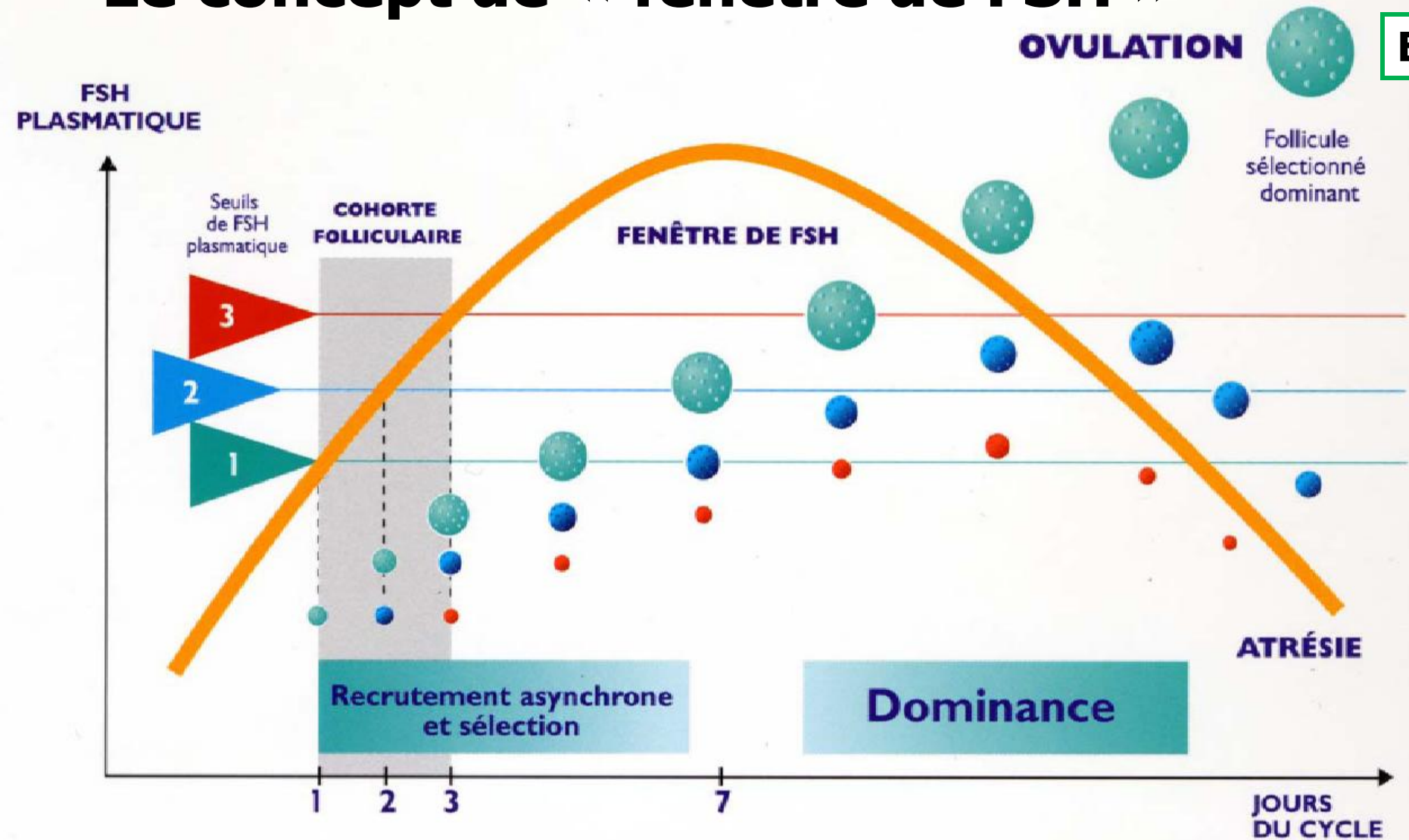
Recrutement d'une cohorte de follicules antraux



A- La réserve folliculaire est constituée de follicules secondaires primordiaux à l'état quiescent

C- L'initiation de la croissance folliculaire est dépendante indépendante des gonadotrophines

Le concept de « fenêtre de FSH »



Effets de la LH

B- Une cohorte de follicules antraux entrent en croissance de façon cyclique—chez la femme entre la naissance **puberté** et la ménopause

D- Le follicule dominant est sélectionné par un seuil de réponse plus bas à la FSH

E- A partir de la puberté, la plupart des follicules entrés en croissance folliculaire de base sont voués à l'atrésie

Rendement très faible $\approx 1/1000$ ovocytes I $\Rightarrow$ ovocyte II. Les autres $\Rightarrow$ **atrésie (apoptose)**

QCM 7 : Propositions relatives à la croissance et la maturation ovocytaire

- A- Au cours de la croissance ovocytaire, des échanges ont lieu entre les cellules de la thèque externe et le cytoplasme ovocytaire via des ponts intercytoplasmiques
- B- Une concentration intraovocytaire forte en AMPc permet le maintien du blocage méiotique
- C- La croissance ovocytaire est concomitante d'une activité de transcription intense
- D- L'ovocyte subit un premier blocage méiotique au stade de vésicule germinale
- E- La rupture de la vésicule germinative a lieu après la première métaphase méiotique
- F- Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM 7 : Propositions relatives à la croissance et la maturation ovocytaire

A- Au cours de la croissance ovocytaire, des échanges ont lieu entre les cellules de la ~~thèque externe~~ **corona radiata** et le cytoplasme ovocytaire via des ponts intercytoplasmiques

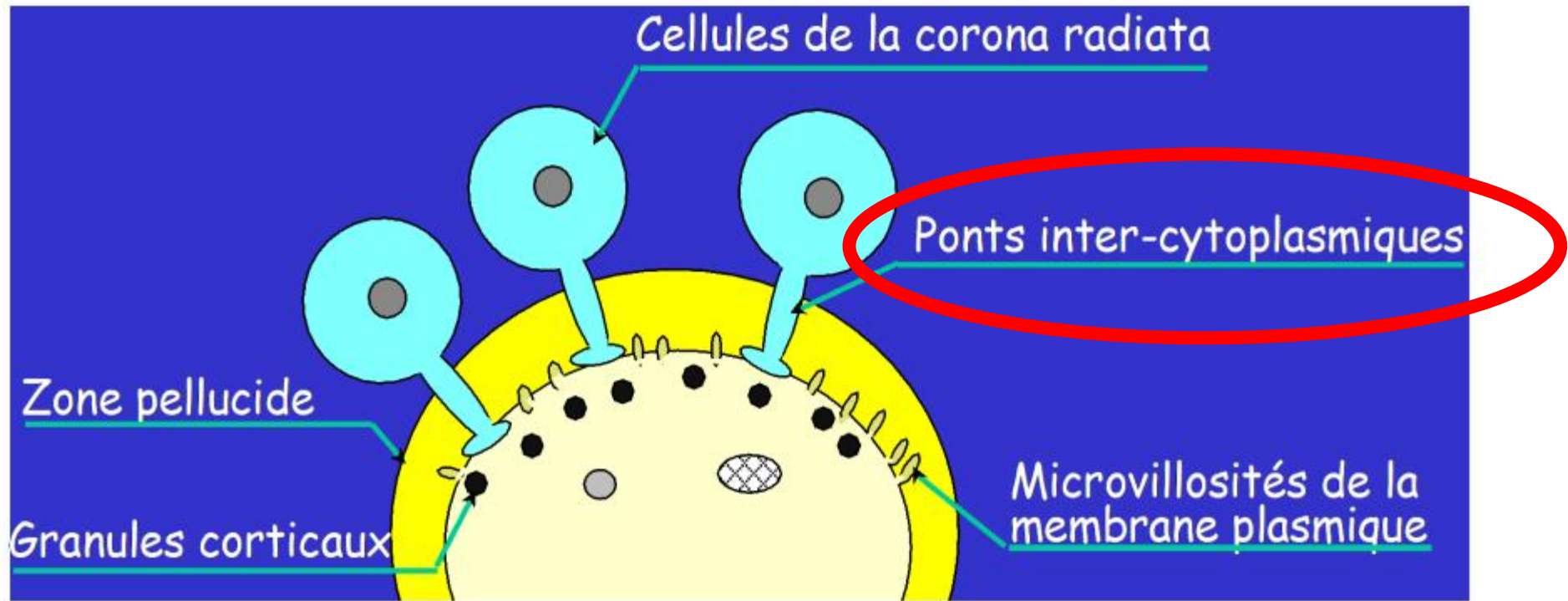
B- Une concentration intraovocytaire forte en AMPc permet le maintien du blocage méiotique

C- La croissance ovocytaire est concomitante d'une activité de transcription intense

D- L'ovocyte subit un premier blocage méiotique au stade de vésicule germinale (= noyau dictyé = prophase I)

E- La rupture de la vésicule germinative a lieu ~~après~~ **avant** la première métaphase méiotique

F- Toutes les propositions précédentes sont fausses.

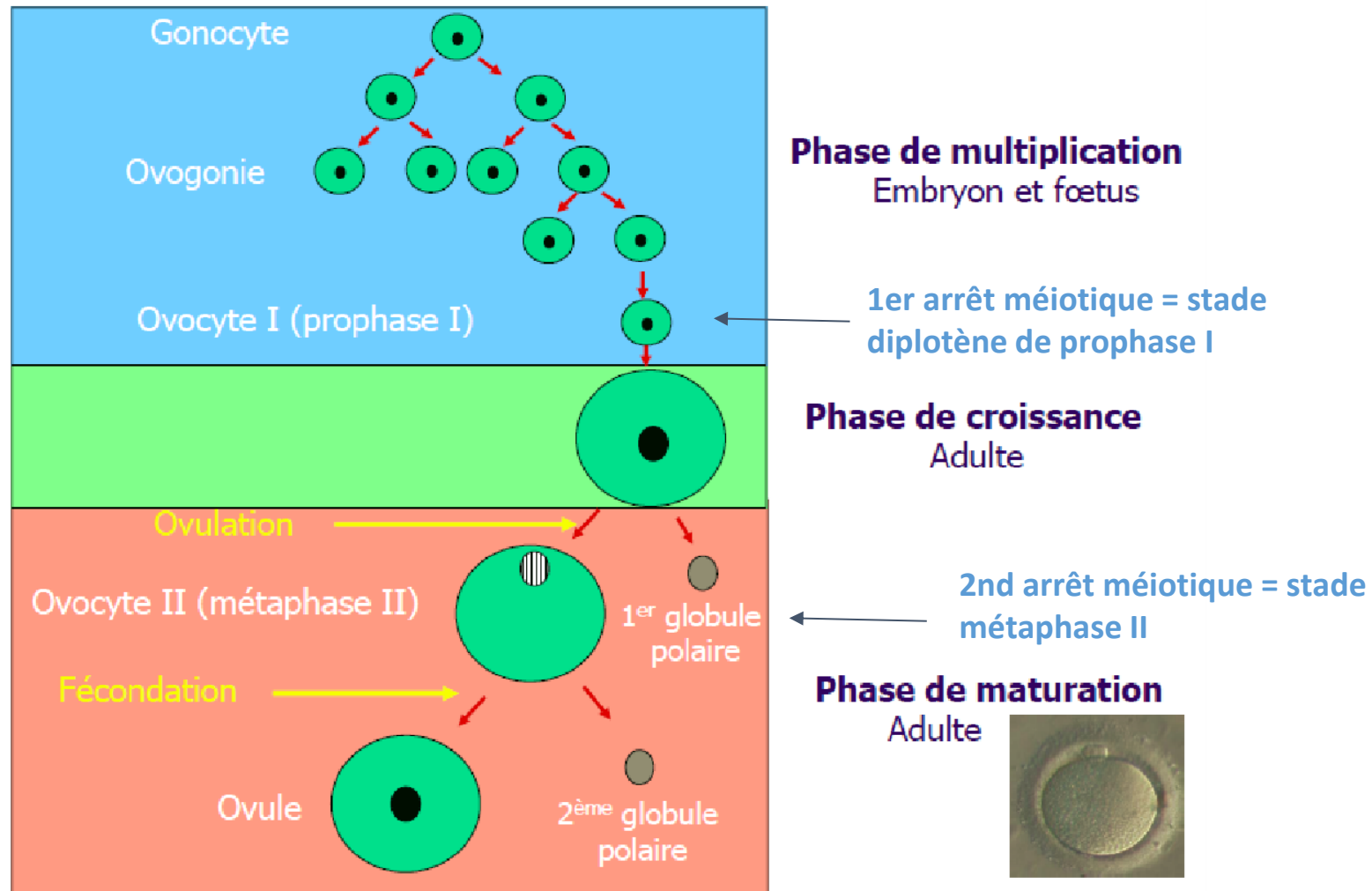


Maintien en prophase par passage de corona vers ovocyte de substances bloquantes (AMPc, Oocyte maturation inhibitor (OMI))

A- Au cours de la croissance ovocytaire, des échanges ont lieu entre les cellules de la ~~thèque externe~~ **corona radiata** et le cytoplasme ovocytaire via des ponts intercytoplasmiques

Chronologie de l'ovogenèse

D- L'ovocyte subit un premier blocage méiotique au stade de vésicule germinale (= noyau dictyé = prophase I)



- Les ovogonies vont entrer en interphase préméiotique puis en méiose dès 12^{ème} semaine → **ovocytes I bloqués au stade diplotène (aspect dictyé)**.
- Les ovocytes I restent bloqués au stade diplotène pendant 12 à 50 ans
 - **longue phase de latence intra-méiotique**

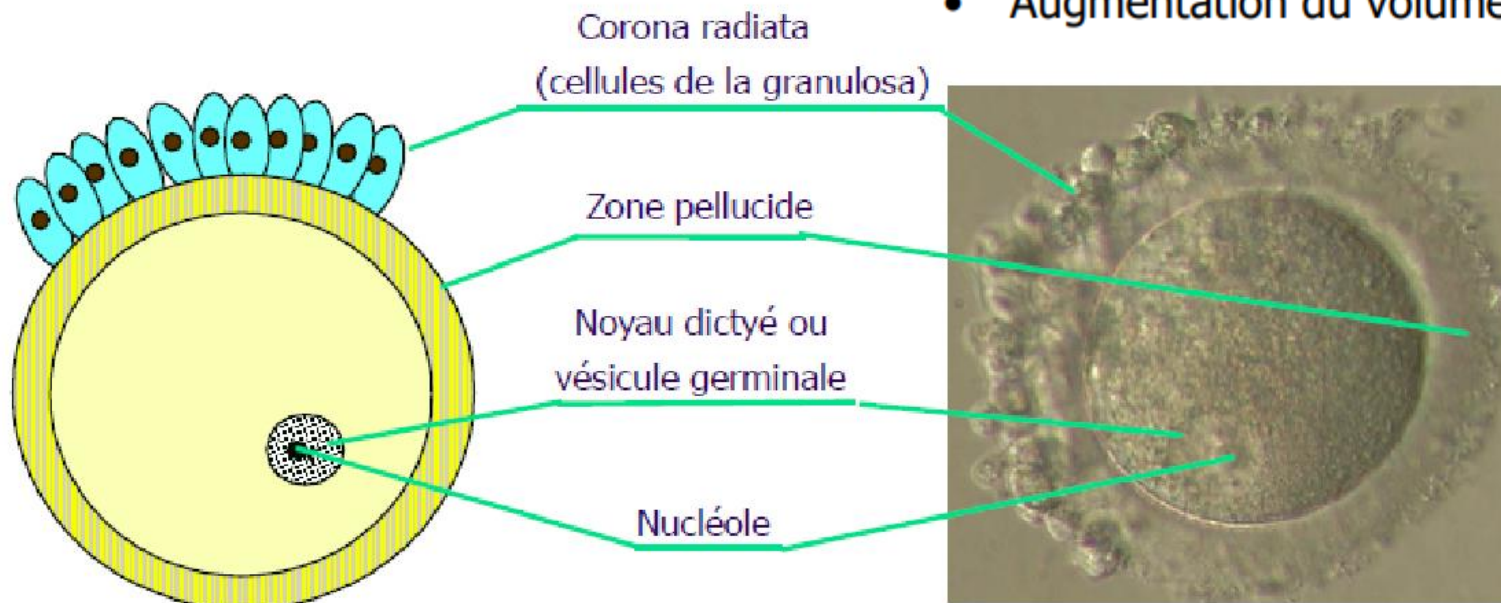
La croissance ovocytaire

Situé dans l'ovaire au niveau du follicule

Grosse cellule ronde (120µm en fin de croissance) peu différenciée

Bloqué en prophase I (stade diplotène).

- Phase d'accroissement : activités de transcription et de traduction importantes:
 - Réserves cytoplasmiques, synthèse de la zone pellucide, granules corticaux...
- Augmentation du volume des ovocytes (X3 à 4 sa taille initiale)



Inhibition de la reprise de la méiose

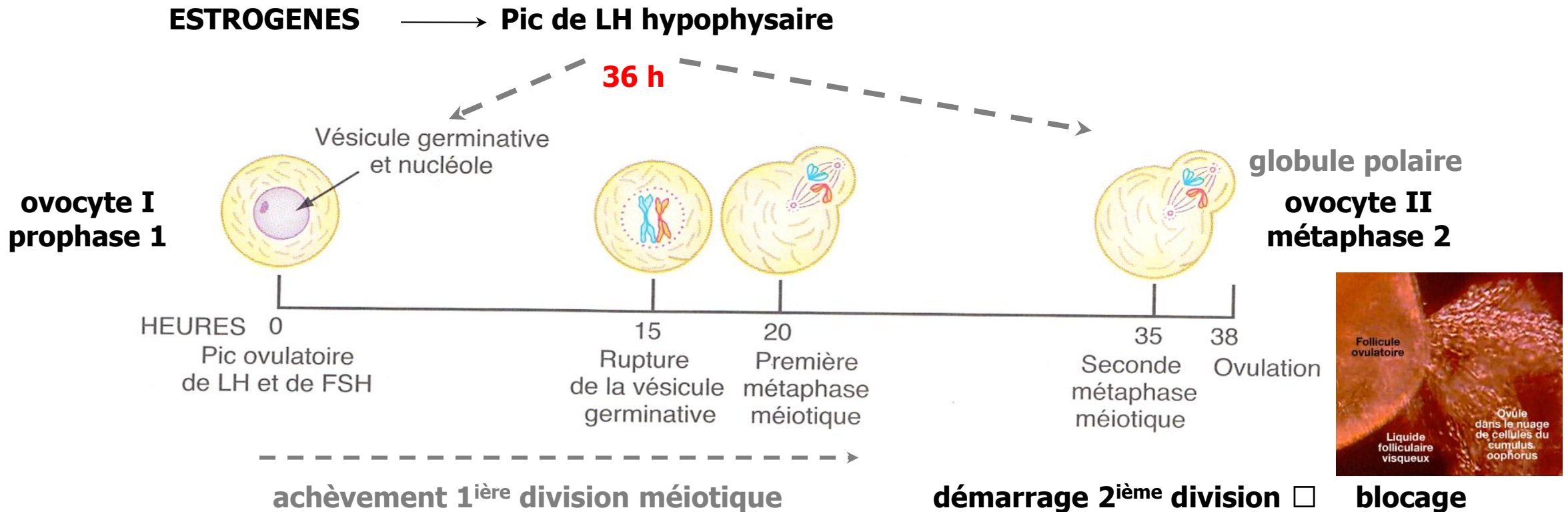
- OMI (oocyte meiotic inhibitor)
- Intraovocytaire : concentration élevée d'AMPc empêche la reprise de la méiose

B- Une concentration intraovocytaire forte en AMPc permet le maintien du blocage méiotique

C- La croissance ovocytaire est concomitante d'une activité de transcription intense

Acquisition des moyens nécessaires au développement embryonnaire

Phase finale: maturation ovocytaire



E- La rupture de la vésicule germinative a lieu après **avant** la première métaphase méiotique

QCM 8 : Propositions relatives à l'ovulation :

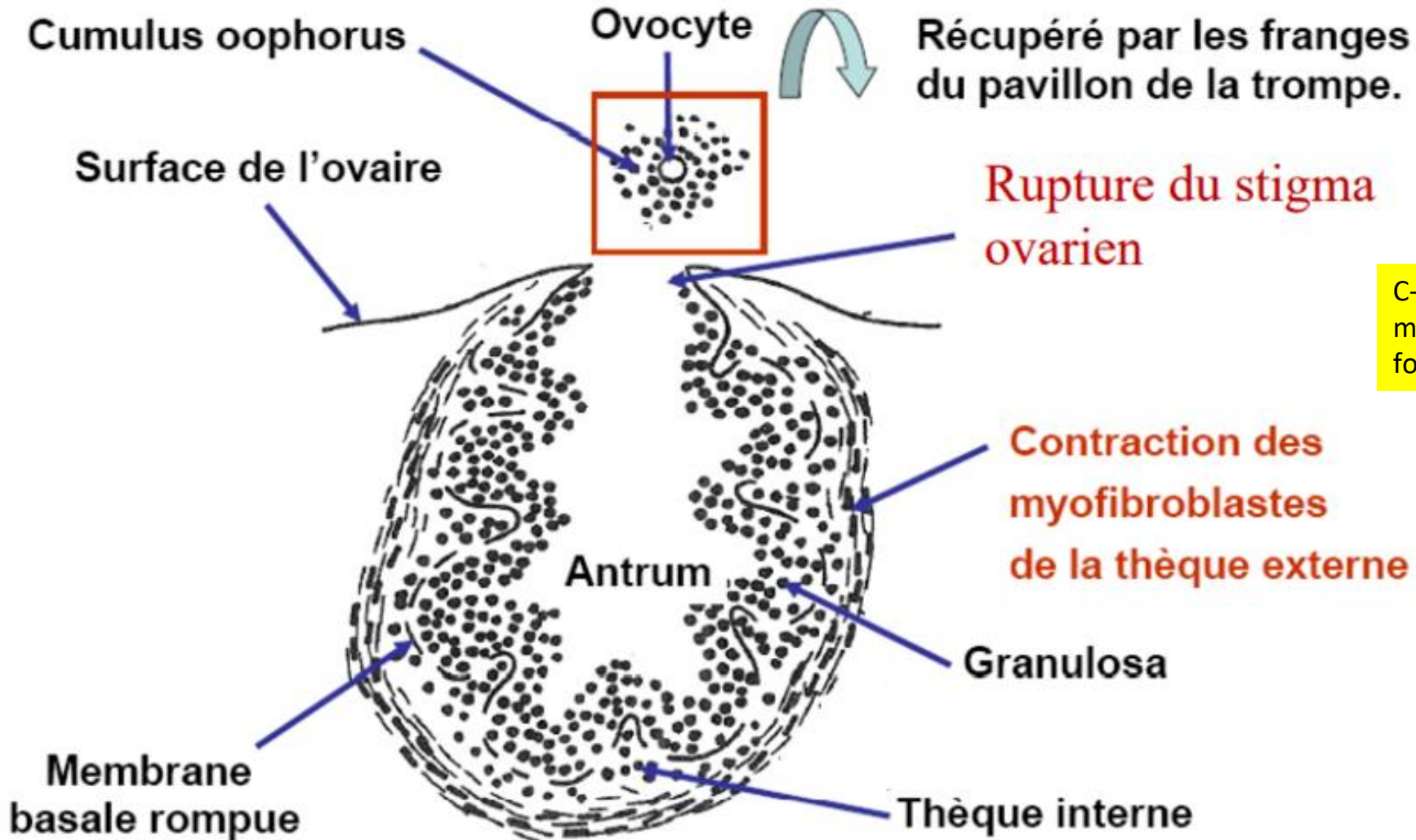
- A- Elle se produit au milieu de la phase lutéale
- B- L'ovocyte II expulsé hors du follicule est accompagné de deux globules polaires
- C- L'ovulation implique la contraction des myofibroblastes de la thèque externe du follicule primordial
- D- L'ovocyte mature se caractérise par un fuseau de métaphase de deuxième division de méiose
- E- Le pic de LH entraîne la formation du corps jaune
- F- Toutes les réponses sont fausses

QCM 8 : Propositions relatives à l'ovulation :

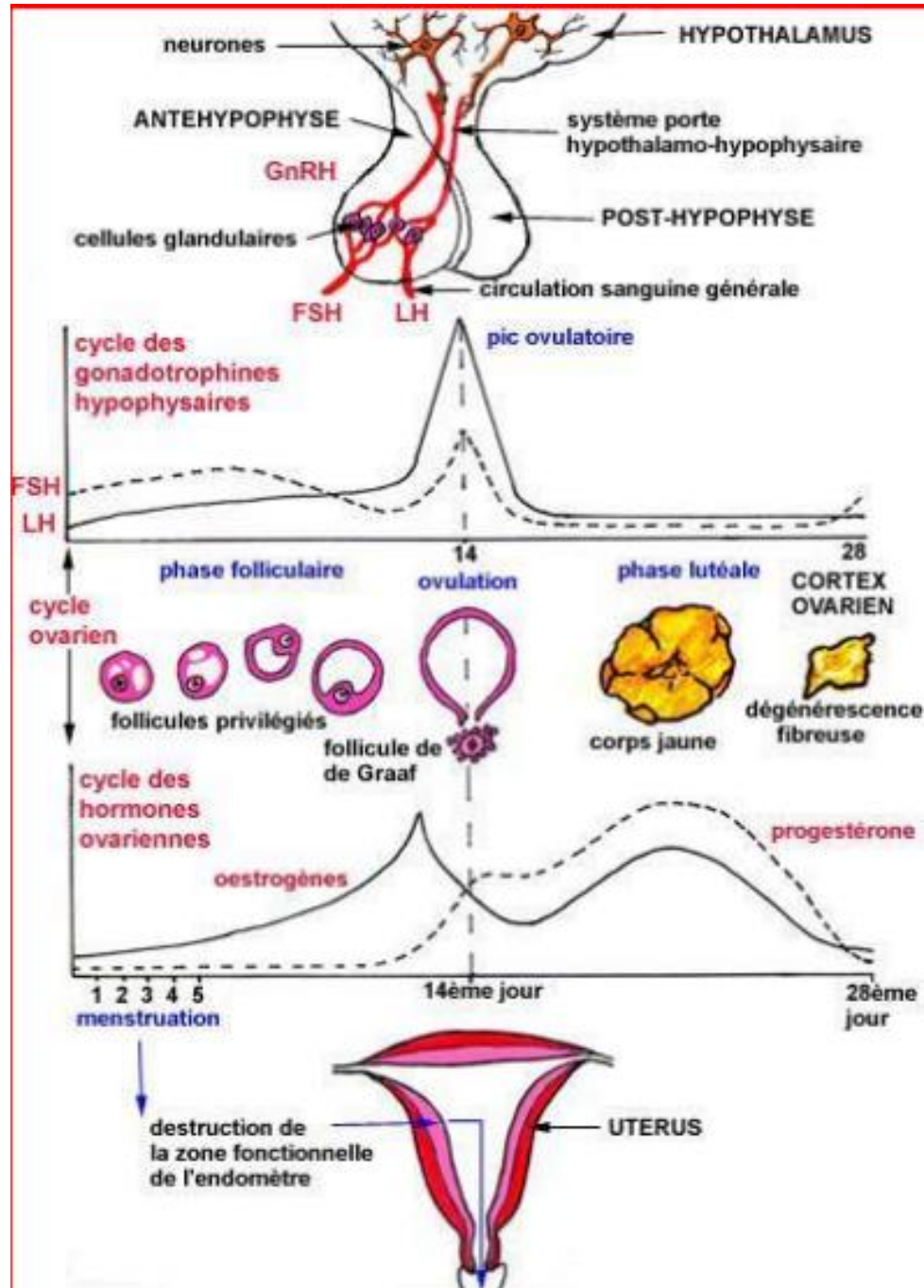
- A- Elle se produit ~~au milieu de la phase lutéale~~ **en fin de phase folliculaire du cycle menstruel**
- B- L'ovocyte II expulsé hors du follicule est accompagné ~~de deux globules polaires~~ **d'un premier globule polaire**
- C- L'ovulation implique la contraction des myofibroblastes de la thèque externe du follicule ~~primordial~~ **dominant**
- D- L'ovocyte mature possède un fuseau méiotique bloqué en deuxième division de méiose
- E- Le pic de LH entraîne la formation du corps jaune
- F- Toutes les réponses sont fausses

L'ovulation

35 à 36 heures après le pic de LH



C- L'ovulation implique la contraction des myofibroblastes de la thèque externe du follicule primordial dominant

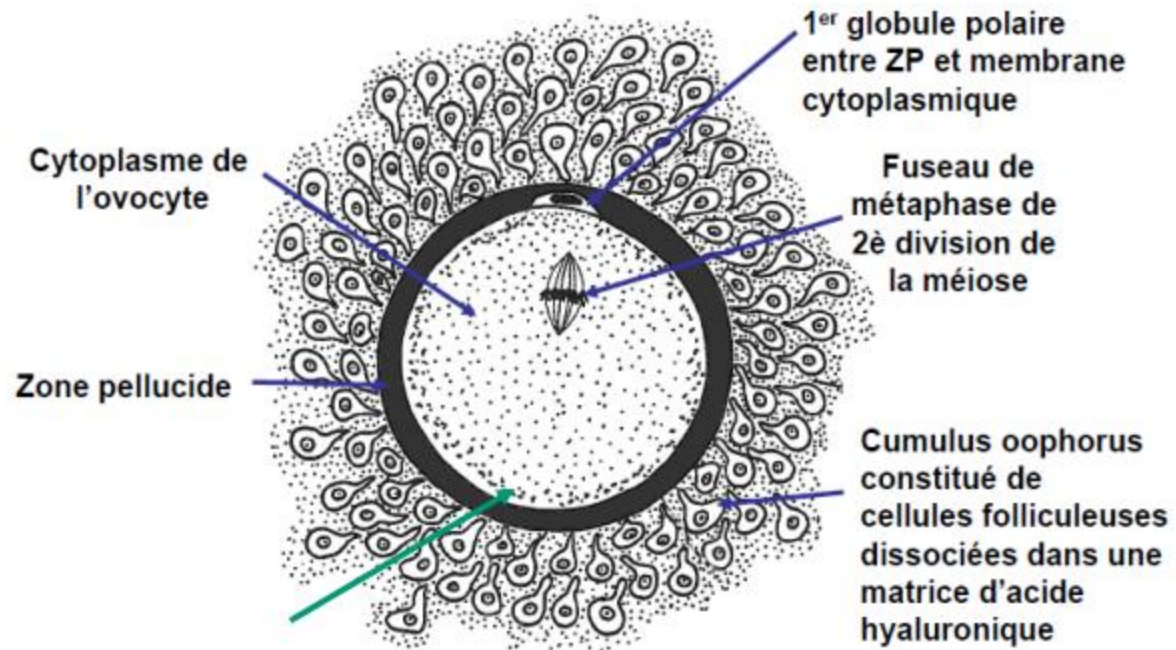


3 fonctions du pic de LH

- reprise de la méiose ovocytaire/maturation ovocytaire
- ovulation (35 à 36h après le pic de LH)
- formation du corps jaune

A- Elle se produit au milieu de la phase lutéale en fin de phase folliculaire du cycle menstruel

E- Le pic de LH entraîne la formation du corps jaune



**pic de LH => OVULATION=>
expulsion du 1er GP**

2 globules polaires

D- L'ovocyte mature possède un fuseau méiotique bloqué en deuxième division de méiose

B- L'ovocyte II expulsé hors du follicule est accompagné de deux globules polaires d'un premier globule polaire

**fécondation => expulsion du
2nd GP**

2 pronuclei



QCM 9 : Propositions relatives à la réaction acrosomique :

- A- Elle est déclenchée par la fixation de la tête du spermatozoïde à la membrane plasmique ovocytaire
- B- La fixation primaire du spermatozoïde nécessite un acrosome réagi
- C- Elle se caractérise par la libération du contenu enzymatique des granules corticaux au niveau de la zone pellucide
- D- Elle implique la fusion entre la membrane plasmique spermatique et la membrane acrosomique externe
- E- La réaction acrosomique est indispensable à la capacitation
- F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

QCM 9 : Propositions relatives à la réaction acrosomique :

A- Elle est déclenchée par la fixation de la tête du spermatozoïde ~~à la membrane plasmique ovocytaire~~ à la zone pellucide

B- La fixation ~~primaire~~ secondaire du spermatozoïde nécessite un acrosome réagi

C- Elle se caractérise par la libération du contenu enzymatique ~~des granules corticaux~~ de l'acrosome au niveau de la zone pellucide

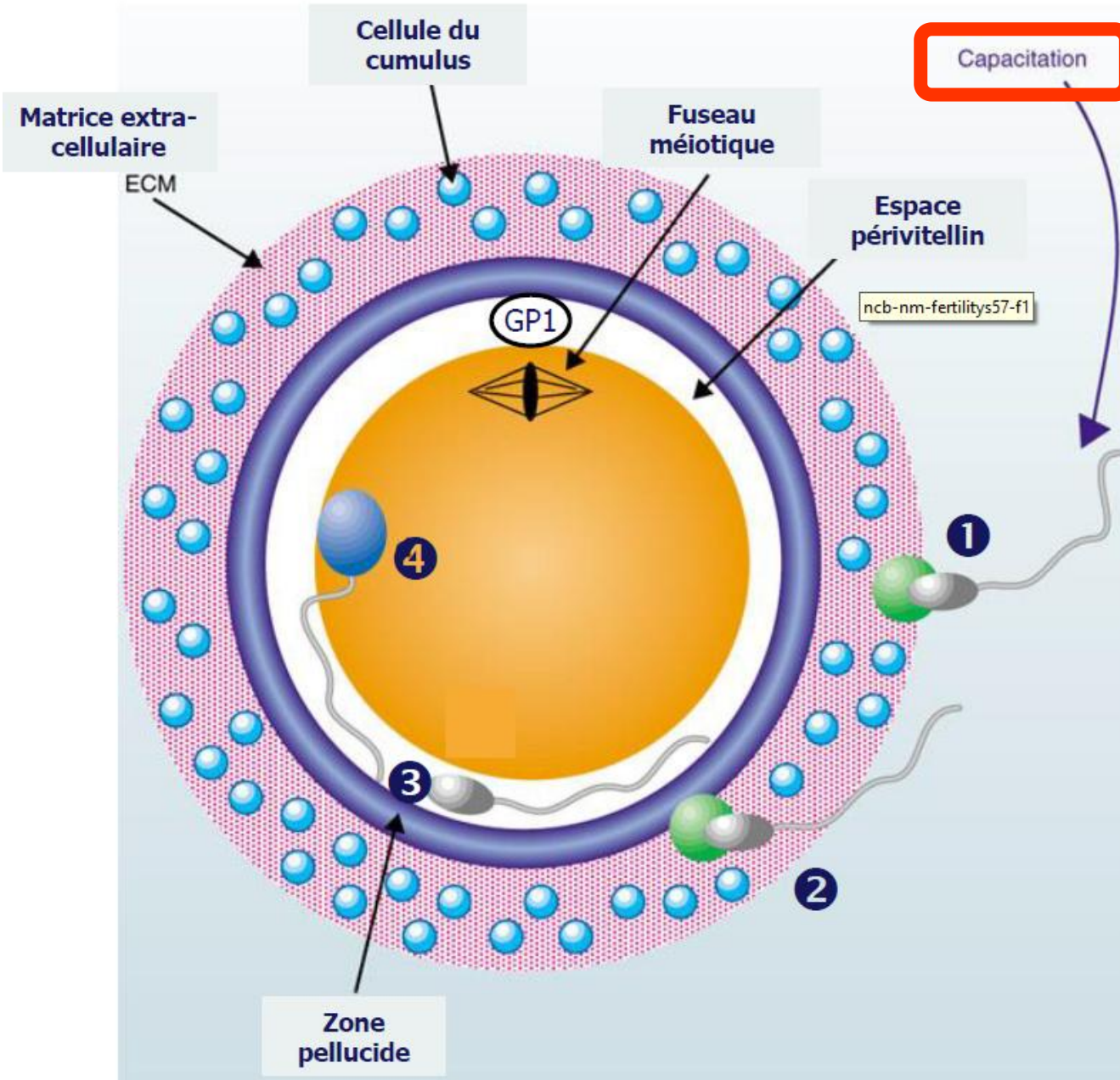
D- Elle implique la fusion entre la membrane plasmique spermatique et la membrane acrosomique externe

E- La ~~réaction acrosomique~~ capacitation est indispensable à la capacitation

réaction acrosomique

F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

Les étapes de la fécondation



1) La traversée du cumulus oophorus

2) La réaction acrosomique

3) La traversée de la zone pellucide

4) La fusion à la membrane ovocytaire

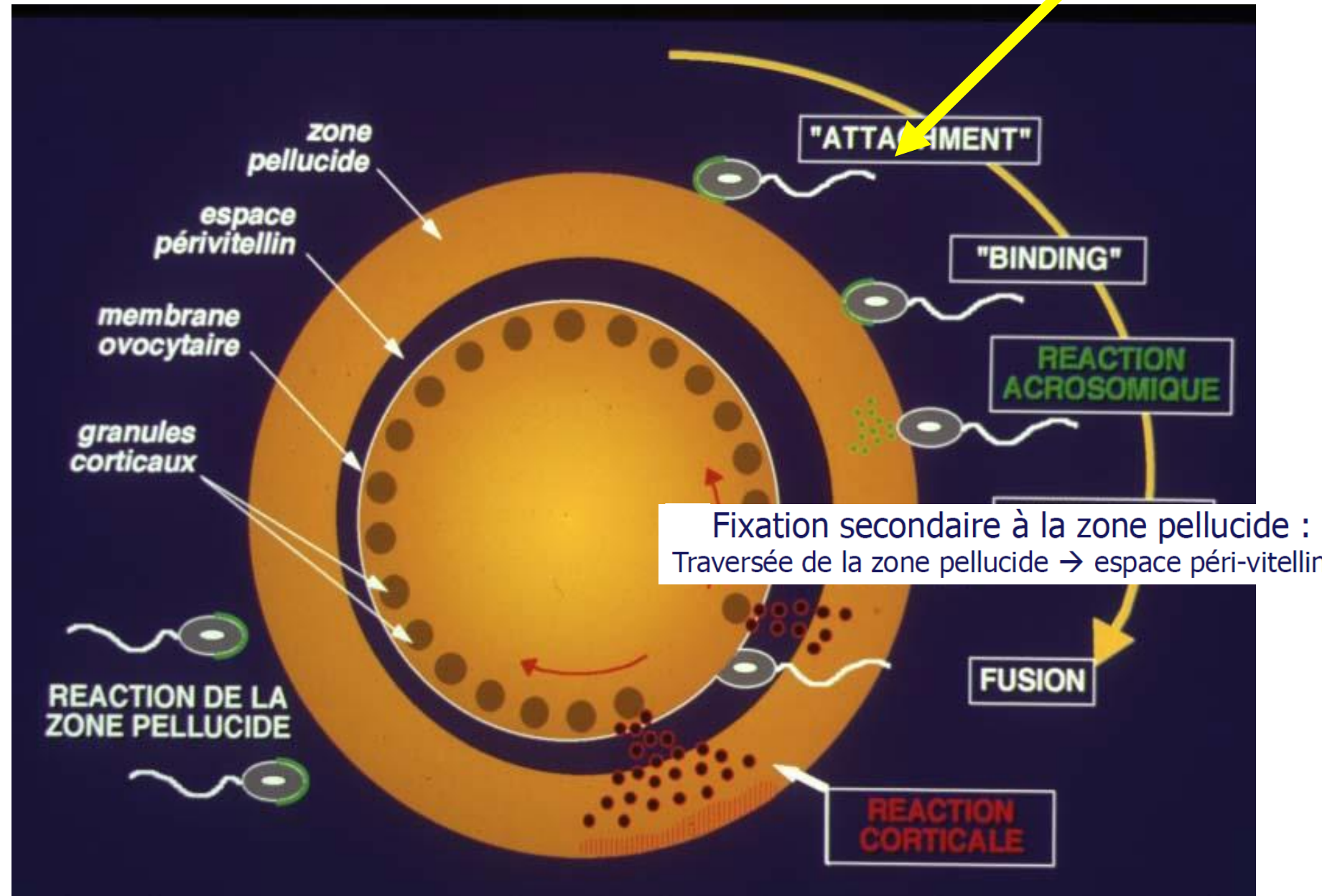
E- La réaction acrosomique—**capacitation** est indispensable à la **capacitation**—**réaction acrosomique**

Fixation du spermatozoïde à la zone pellucide (acrosome intact)

A- Elle est déclenchée par la fixation de la tête du spermatozoïde à la membrane plasmique ovocytaire à la zone pellucide

B- La fixation primaire **secondaire** du spermatozoïde nécessite un acrosome réagi

C- Elle se caractérise par la libération du contenu enzymatique des granules corticaux de l'acrosome au niveau de la zone pellucide



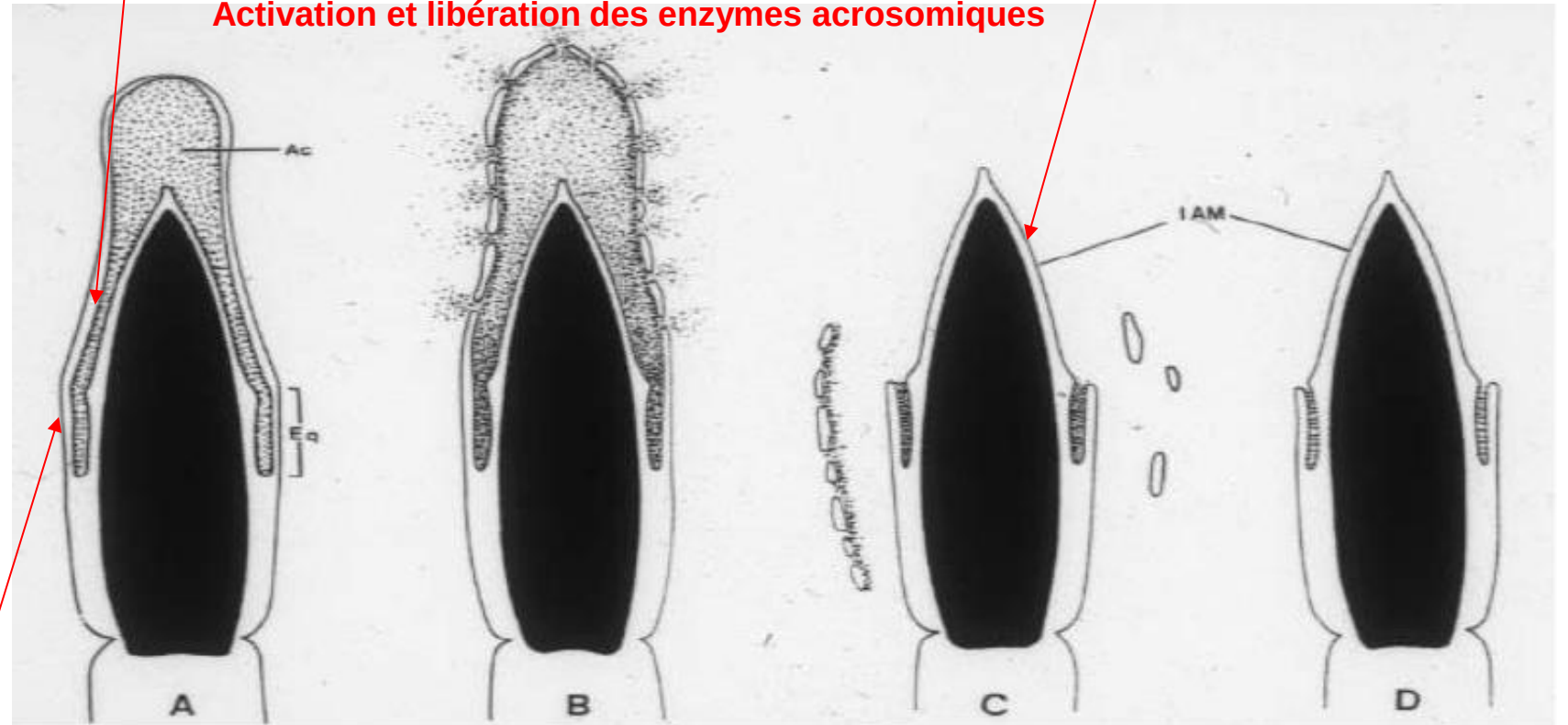
La réaction acrosomique

membrane acrosomique **EX**terne

membrane acrosomique **IN**terne

Activation et libération des enzymes acrosomiques

D- Elle implique la fusion entre la membrane plasmique spermatique et la membrane acrosomique externe



membrane *plasmique* du spz

QCM 10 : Propositions relatives à l'interaction gamétique :

- A- La réaction corticale au sein de l'ovocyte entraîne la libération du contenu des granules corticaux hors de la zone pellucide
- B- L'activation ovocytaire peut être spontanée ou induite
- C- Le flagelle du spermatozoïde pénètre dans l'espace péri-vitellin mais pas dans le cytoplasme ovocytaire
- D- La fusion du spermatozoïde avec la membrane ovocytaire a lieu au niveau de la cape post acrosomique du spermatozoïde
- E- La fusion des membranes gamétiques est facilitée par les microvillosités membranaires de l'ovocyte
- F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

QCM 10 : Propositions relatives à l'interaction gamétique :

A- La réaction corticale au sein de l'ovocyte entraîne la libération du contenu des granules corticaux ~~hors de la zone pellucide~~ dans l'espace périvitellin

B- L'activation ovocytaire peut être spontanée ou induite

C- Le flagelle du spermatozoïde pénètre dans l'espace péri-vitellin ~~mais pas~~ ainsi que dans le cytoplasme ovocytaire

D- La fusion du spermatozoïde avec la membrane ovocytaire a lieu au niveau de la cape post acrosomique du spermatozoïde

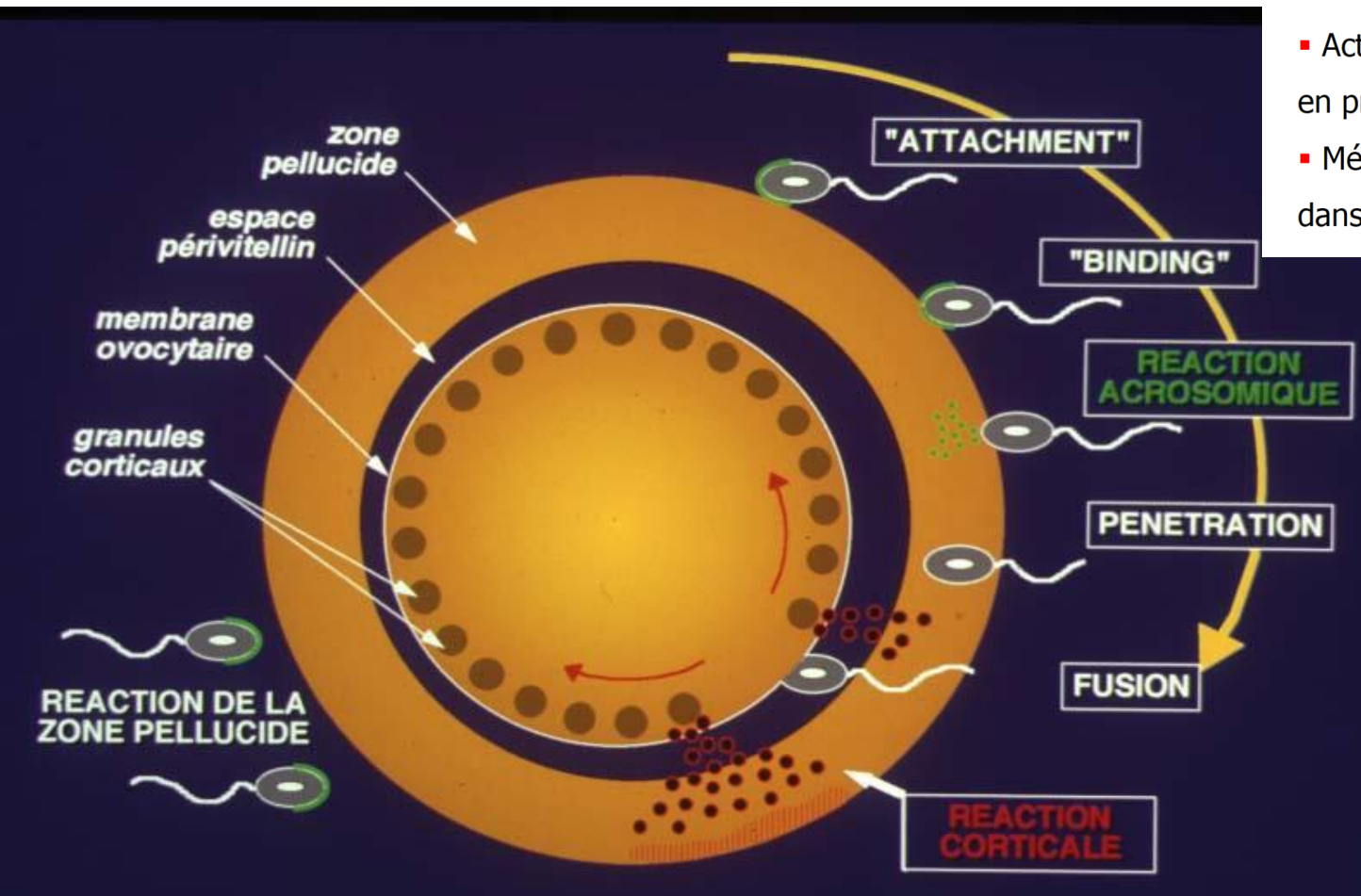
E- La fusion des membranes gamétiques est facilitée par les microvillosités membranaires de l'ovocyte

F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

- Activation de l'ovocyte sans fécondation (spontanée ou induite)
 - ⇒ réaction corticale
 - ⇒ parthénogenèse

Conséquences pour l'ovocyte

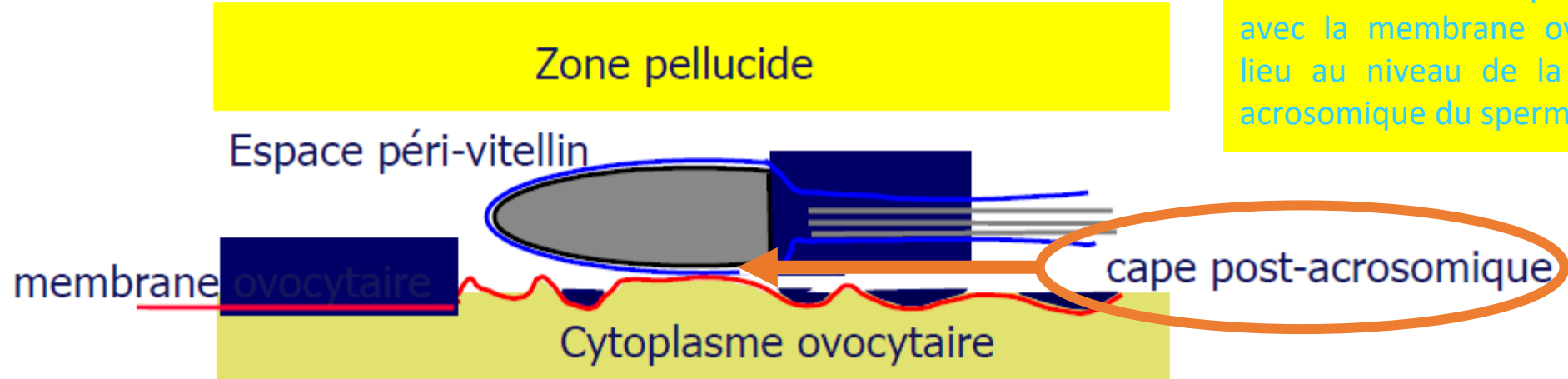
- Réaction corticale : expulsion des granules ⇒ modification de ZP3 et ZP2 ⇒ incapables d'interagir avec spermatozoïdes ⇒ fécondation monospermique ⇒ conservation de la diploïdie
- Modifications de la membrane plasmique : perte des microvillosités
- Reprise de la méiose ⇒ formation du pronucleus femelle + expulsion du 2^{ème} globule polaire
- Activation du programme de développement de l'embryon : traduction en protéines des ARNm (adénylation)
- Mécanisme : mobilisation du Ca^{++} intracellulaire par oscilline contenue dans cytoplasme du spermatozoïde



A- La réaction corticale au sein de l'ovocyte entraîne la libération du contenu des granules corticaux hors de la zone pellucide dans l'espace périvitellin

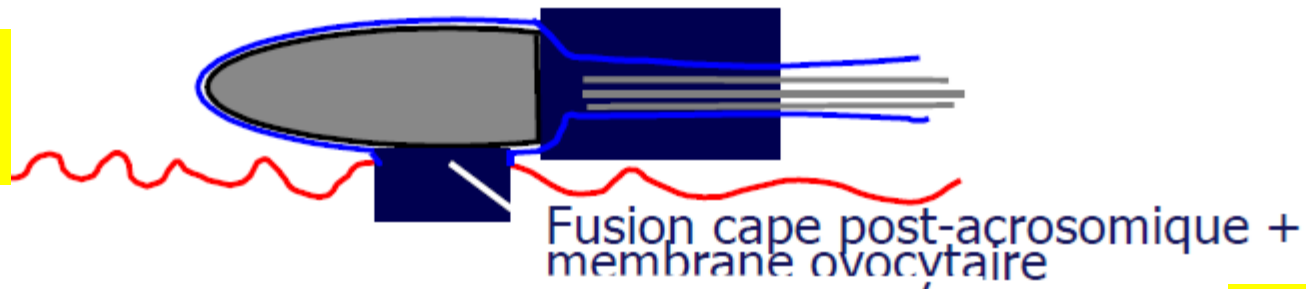
B- L'activation ovocytaire peut être spontanée ou induite

Interaction gamétique

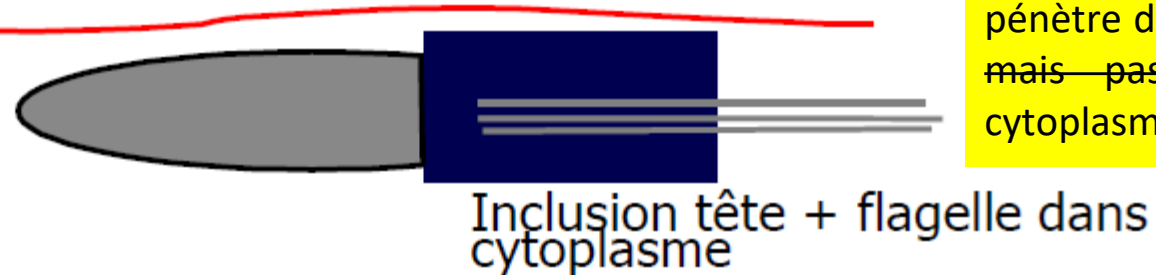


D- La fusion du spermatozoïde avec la membrane ovocytaire a lieu au niveau de la cape post acrosomique du spermatozoïde

E- La fusion des membranes gamétiques est facilitée par les microvillosités membranaires de l'ovocyte



perte des microvillosités membranaires



C- Le flagelle du spermatozoïde pénètre dans l'espace péri-vitellin mais pas ainsi que dans le cytoplasme de l'ovocyte

QCM 11 : Propositions relatives à la première semaine de développement embryonnaire :

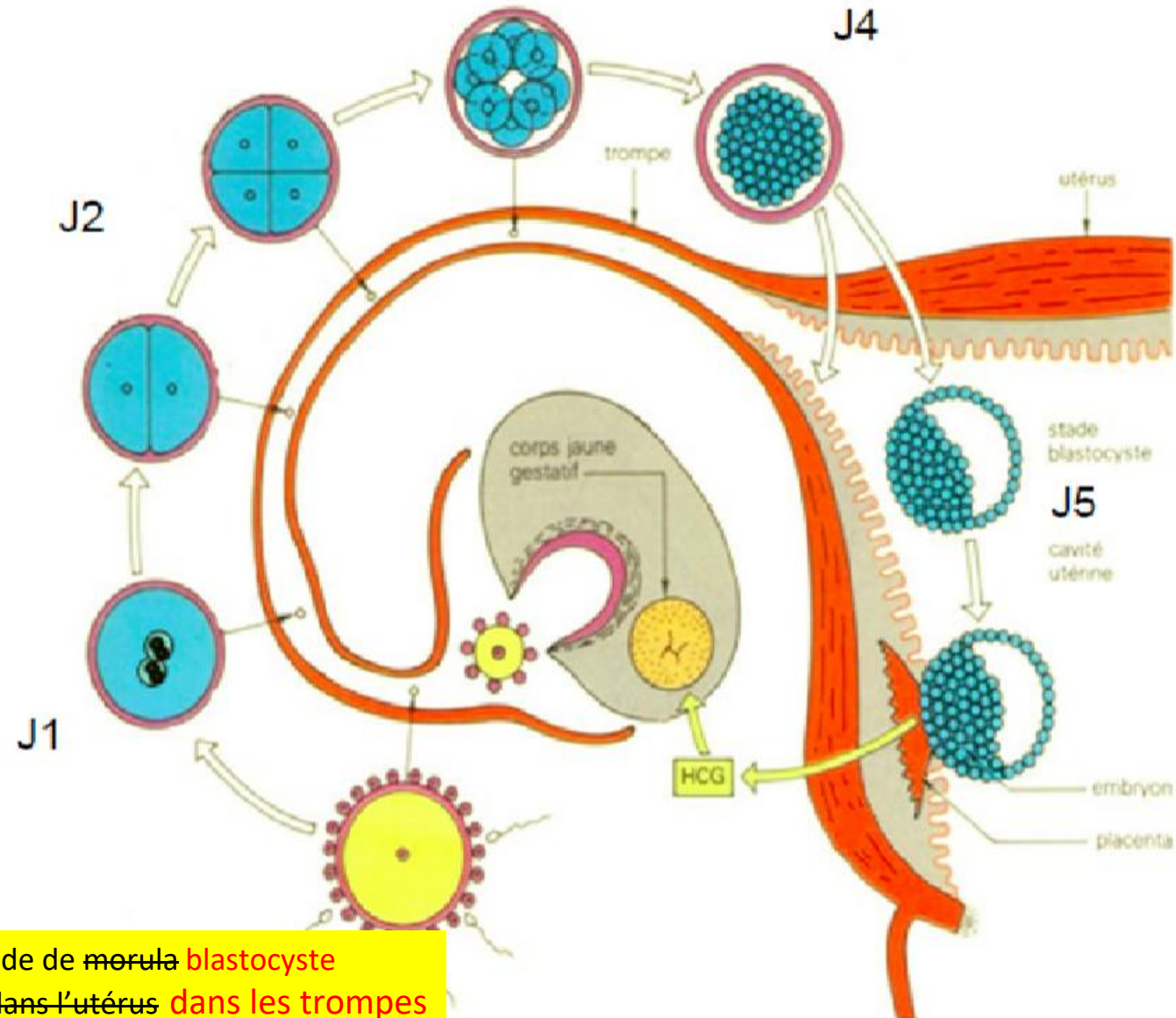
- A- Elle se termine lorsque l'embryon atteint le stade de morula
- B- Les premiers clivages embryonnaires ont lieu dans l'utérus
- C- L'activation du génome embryonnaire a lieu après la blastulation
- D- Le pyruvate est le substrat énergétique principal de l'embryon lorsque celui ci se trouve au sein de la cavité utérine
- E- La consommation en oxygène de l'embryon diminue au cours de la première semaine de développement
- F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

QCM 11 : Propositions relatives à la première semaine de développement embryonnaire :

- A- Elle se termine lorsque l'embryon atteint le stade de ~~morula~~ **blastocyste**
- B- Les premiers clivages embryonnaires ont lieu ~~dans l'utérus~~ **dans les trompes**
- C- L'activation du génome embryonnaire a lieu ~~après~~ **avant** la blastulation
- D- Le ~~pyruvate~~ **glucose** est le substrat énergétique principal de l'embryon lorsque celui ci se trouve au sein de la cavité utérine
- E- La consommation en oxygène de l'embryon diminue au cours de la première semaine de développement
- F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

Organisation spatio-temporelle du développement embryonnaire précoce

- Fécondation : tiers externe de la trompe
- Morula : tiers interne de la trompe
- Blastocyste : entrée de la cavité utérine



A- Elle se termine lorsque l'embryon atteint le stade de morula **blastocyste**
B- Les premiers clivages embryonnaires ont lieu dans l'utérus **dans les trompes**

Métabolisme énergétique de l'embryon



Jusqu'à 8 cellules:

- Energie provient de l'oxydation du **pyruvate** et du **lactate**
- Glucose faiblement utilisé car faible activité des enzymes de la glycolyse
- Lactate: permet 1^{er} et 2^{ème} clivages
- Pyruvate: permet développement jusqu'à morula

A partir du stade morula :

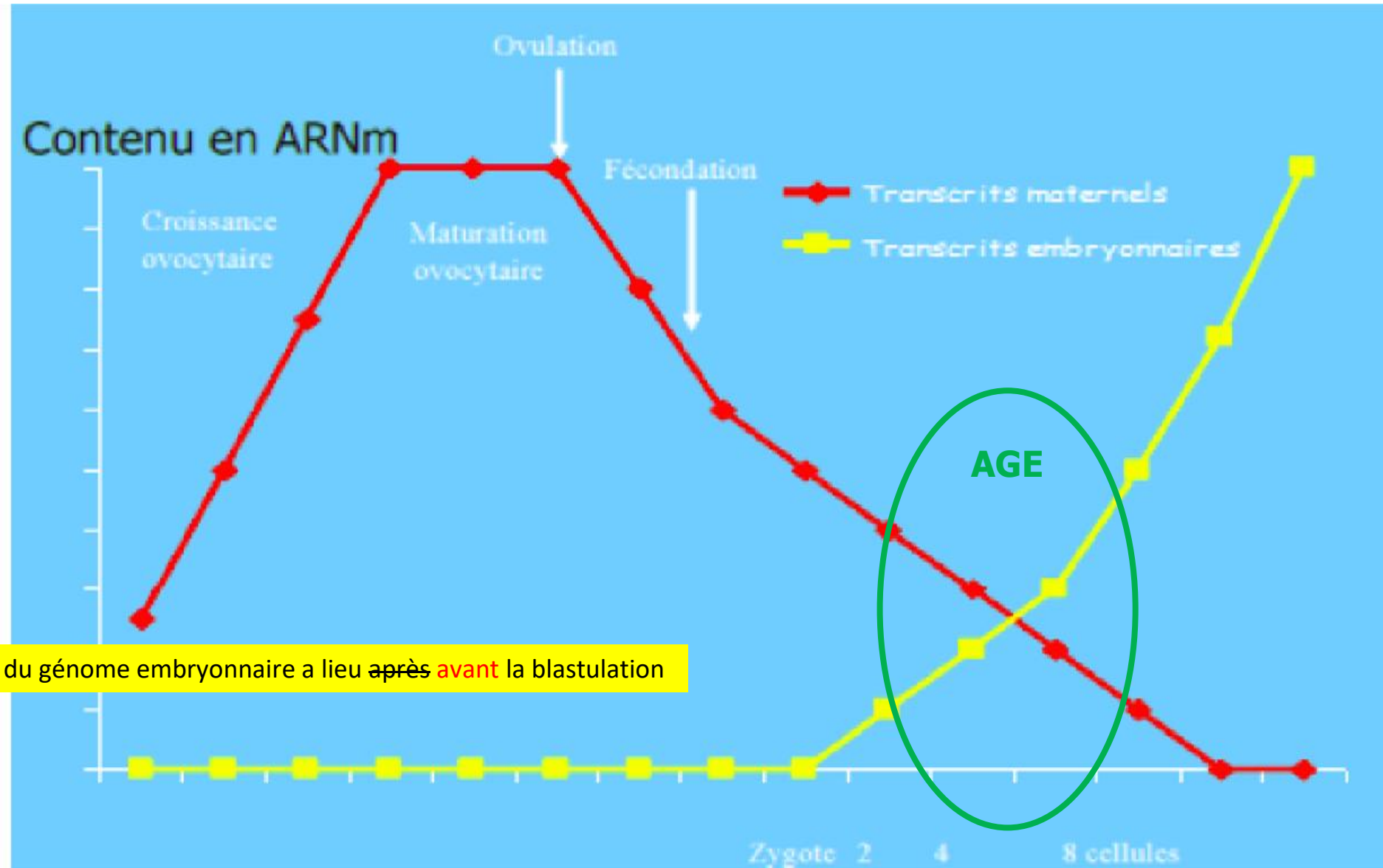
- **Glucose** principal substrat utilisé: augmentation des activités enzymatiques de la glycolyse
- Indispensable pour la formation de blastocyste

E- La consommation en oxygène de l'embryon diminue au cours de la première semaine de développement

D- Le ~~pyruvate~~ **glucose** est le substrat énergétique principal de l'embryon lorsque celui-ci se trouve au sein de la cavité utérine

Hypoxie se met en place des trompes vers la cavité utérine.
Diminution de la consommation en oxygène car diminution de l'oxydation du pyruvate et du lactate

Activation du génome embryonnaire



C- L'activation du génome embryonnaire a lieu ~~après~~ **avant** la blastulation

QCM 12 : Propositions relatives à la compaction de l'embryon :

- A- Lors de la compaction, des jonctions adhérentes et serrées se mettent en place
- B- La compaction permet la différenciation du trophectoderme et de la masse cellulaire interne
- C- La compaction est un pré-requis à l'apparition du blastocèle
- D- La compaction est associée à une augmentation des contacts intercellulaires
- E- Au stade morula compactée, les cellules sont polarisées
- F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

QCM 12 : Propositions relatives à la compaction de l'embryon :

- A- Lors de la compaction, des jonctions adhérentes et serrées se mettent en place
- B- La compaction permet la différenciation du trophectoderme et de la masse cellulaire interne
- C- La compaction est un pré-requis à l'apparition du blastocèle
- D- La compaction est associée à une augmentation des contacts intercellulaires
- E- Au stade morula compactée, les cellules sont polarisées
- F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

Compaction de l'embryon = J4

Contacts inter-cellulaires:

- 1) jonctions adhérentes → **adhésion cellulaire**
- 2) jonctions serrées (tight junctions) → **polarité cellulaire**
- 3) jonctions communicantes (gap junctions) → **communications cellulaires**



Pré-requis à la
différenciation du
trophectoderme

A- Lors de la compaction, des jonctions adhérentes et serrées se mettent en place

D- La compaction est associée à une augmentation des contacts intercellulaires



Augmentation des contacts
intercellulaires

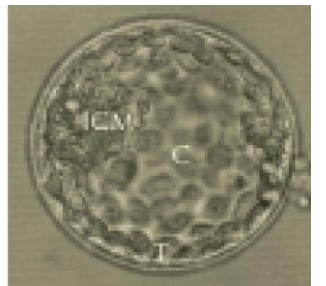


Intérêt de la mise en place des jonctions

A la fin de la compaction, les cellules de la morula sont **polarisées**:
les cellules externes isolent les cellules internes du milieu extra-embryonnaire



La compaction initie donc la différenciation cellulaire qui permettra
l'individualisation du trophoctoderme et de la Masse Cellulaire Interne (MCI)



B- La compaction permet la différenciation du trophoctoderme et de la masse cellulaire interne

C- La compaction est un pré-requis à l'apparition du blastocèle

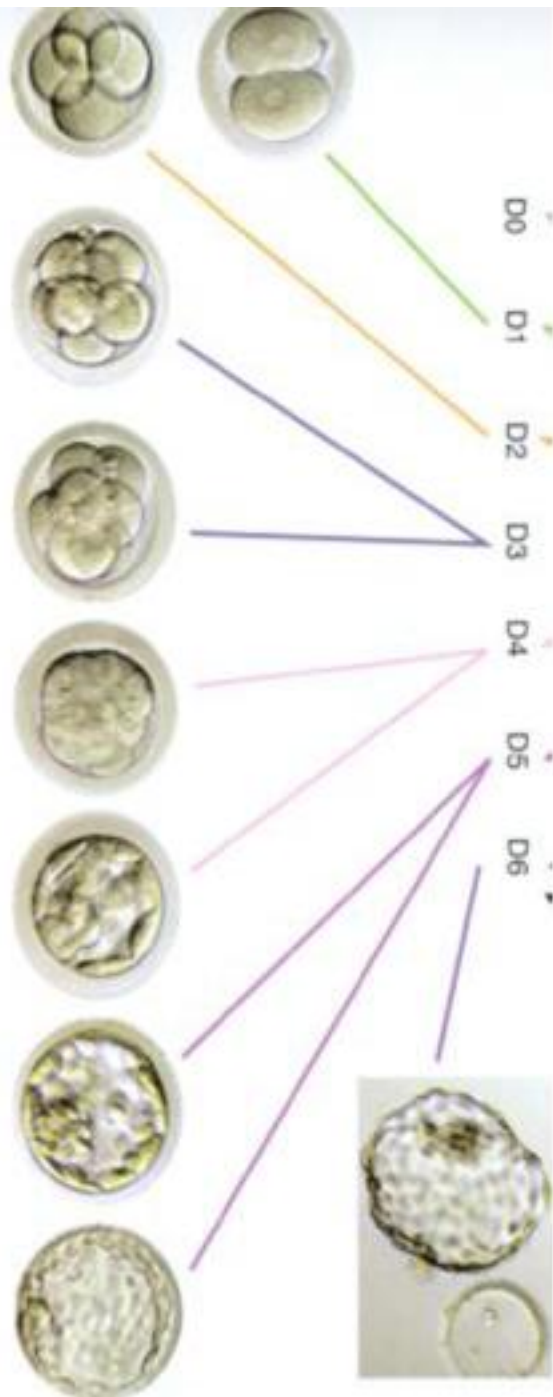
E- Au stade morula compactée, les cellules sont polarisées

QCM 13 – A propos d'un embryon à J5 de développement :

- A- Il est au stade blastocèle
- B- Il se trouve au niveau de l'isthme tubaire
- C- La cavitation fait intervenir la pompe Na/K-ATPase
- D- Il est issu de divisions asynchrones
- E- Les cellules de la masse cellulaire interne sont totipotentes
- F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

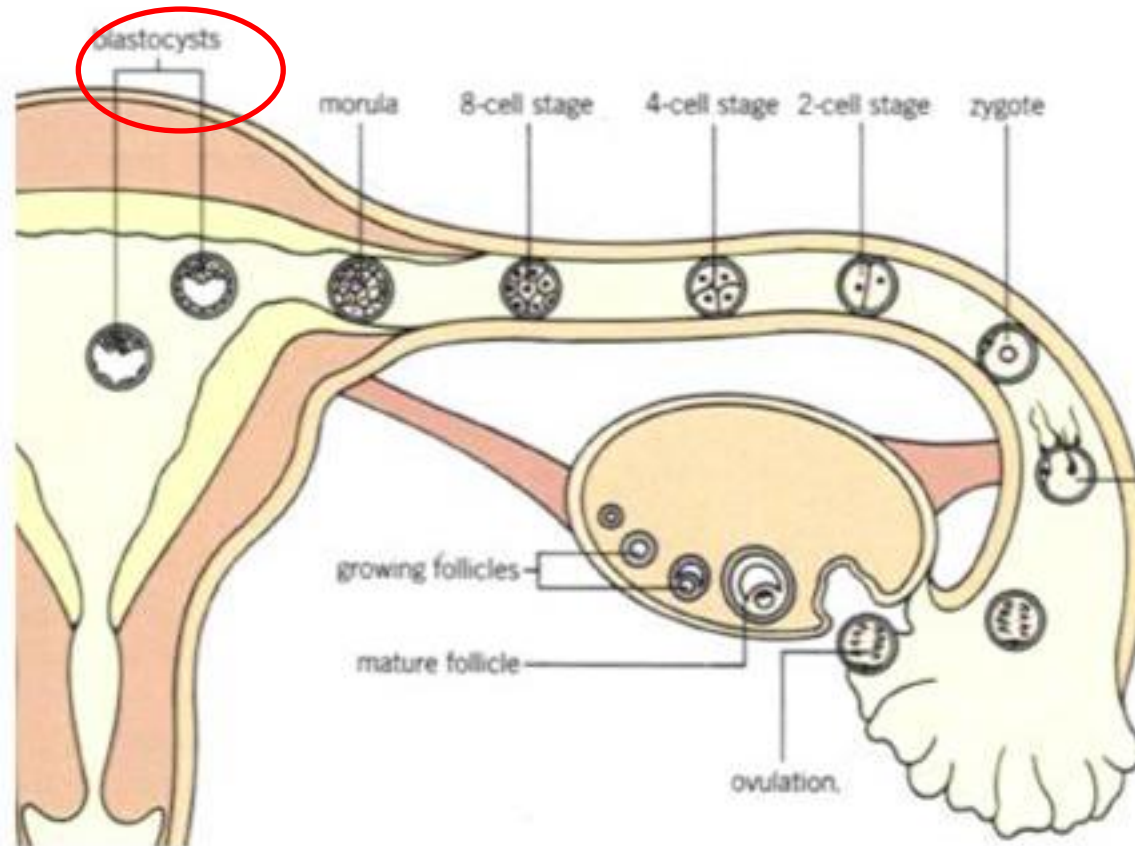
QCM 13 – A propos d'un embryon à J5 de développement :

- A- Il est au stade ~~blastocèle~~ **blastocyste**
- B- Il se trouve au niveau de ~~l'isthme tubaire~~ **l'utérus**
- C- La cavitation fait intervenir la pompe Na/K-ATPase
- D- Il est issu de divisions asynchrones
- E- Les cellules de la masse cellulaire interne sont ~~totipotentes~~ **pluripotentes**
- F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

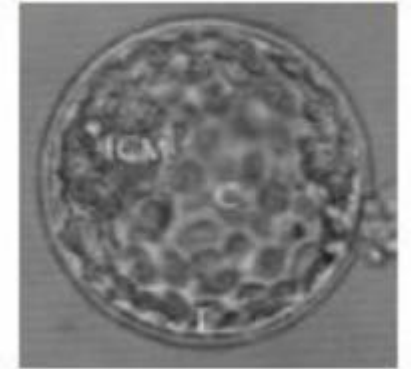


A- Il est au stade ~~blastocèle~~ **blastocyste**

B- Il se trouve au niveau de l'isthme tubaire l'utérus



Blastocyste (5^{ème} jour)



250 μ m

C- La cavitation fait intervenir la pompe Na/K-ATPase

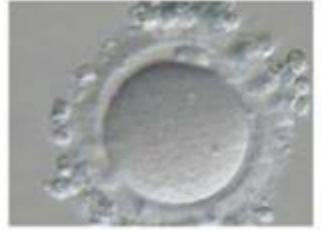
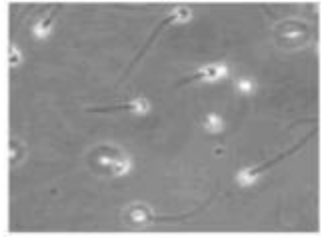
- Permise grâce au maintien d'un gradient osmotique :
- Pompe Na/K-ATPase
 - Imperméabilité intercellulaire due aux jonctions serrées
 - Passage d'eau contrôlé par les aquaporines

Cavitation (J5)

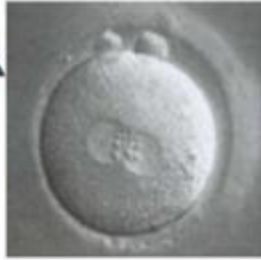
Chronologie du développement embryonnaire précoce chez l'homme



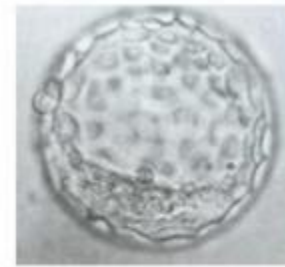
E- Les cellules de la masse cellulaire interne sont ~~totipotentes~~ pluripotentes



Cellules germinales
différenciées



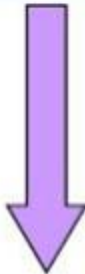
Embryon clivé :
blastomères
totipotents



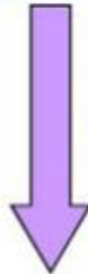
Blastocyste:
cellules différenciées
cellules pluripotentes

**Reprogrammation des génomes gamétiques = formation du
génome embryonnaire**

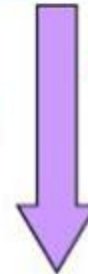
**Génomes
silencieux**



**Génome
silencieux**



Génome actif



**Au moins deux patrons
d'expression de gènes**

Activation du génome embryonnaire

QCM 14 : Propositions relatives à la cavitation et à l'éclosion de l'embryon :

A- La cavitation est permise par un gradient osmotique faisant intervenir des aquaporines

B- La cavitation débute une fois les jonctions communicantes mises en place

C- Lors de l'expansion du blastocyste a lieu un épaissement des cellules du trophoctoderme

D- L'éclosion du blastocyste nécessite la sécrétion de protéases par la zone pellucide

E- L'éclosion a lieu grâce aux contractions itératives du blastocyste

F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

QCM 14 : Propositions relatives à la cavitation et à l'éclosion de l'embryon :

A- La cavitation est permise par un gradient osmotique faisant intervenir des aquaporines

B- La cavitation débute une fois les jonctions ~~communicantes~~ serrées mises en place

C- Lors de l'expansion du blastocyste a lieu un ~~épaississement~~ aplatissement des cellules du trophoctoderme

D- L'éclosion du blastocyste nécessite la sécrétion de protéases par ~~la zone pellucide~~ le trophoctoderme

E- L'éclosion a lieu grâce aux contractions itératives du blastocyste

F- Toutes les propositions précédentes sont fausses

L'expansion au stade blastocyste

Cavitation (J5)

Début une fois les jonctions serrées mises en place

Apparition du blastocèle

Le blastocèle se remplit (expansion)

Durant l'expansion

- La zone pellucide (ZP) s'amincit
- Les cellules du trophoctoderme s'applatissent

Blastocyste (5^{ème} jour)

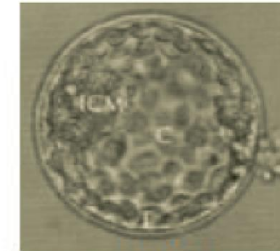


120 µm

Augmentation de taille

Amincissement zone pellucide

Blastocyste (5^{ème} jour)



250 µm

Permise grâce au maintien d'un gradient osmotique :

- Pompe Na/K-ATPase
- Imperméabilité intercellulaire due aux jonctions serrées
- Passage d'eau contrôlé par les aquaporines

A- La cavitation est permise par un gradient osmotique faisant intervenir des aquaporines

B- La cavitation débute une fois les jonctions ~~communicantes~~ **serrées** mises en place

C- Lors de l'expansion du blastocyste a lieu un ~~épaississement~~ **aplatissement** des cellules du trophoctoderme

Eclosion (J6)

Provient de :

- Contraction itératives du blastocyste
 - Sécrétion par les cellules du trophoctoderme de protéases
- rupture de la ZP

A lieu dans l'utérus

D- L'éclosion du blastocyste nécessite la sécrétion de protéases par la zone pellucide le trophoctoderme

E- L'éclosion a lieu grâce aux contractions itératives du blastocyste

