



Université Farhet Abbas – Sétif 1
Faculté de médecine
Département de médecine
Laboratoire de Physiologie Clinique

Physiologie de la grossesse

Dr. H.Bouchiha

Physiologie clinique explorations fonctionnelles métaboliques et
Nutrition

I. Introduction:

- La grossesse : est un état physiologique résultant de la fécondation, de la nidation de l'oeuf fécondé dans la cavité utérine et du développement du fœtus dans l'organisme maternel ,associé à des modifications hormonales et physiologiques de la femme .

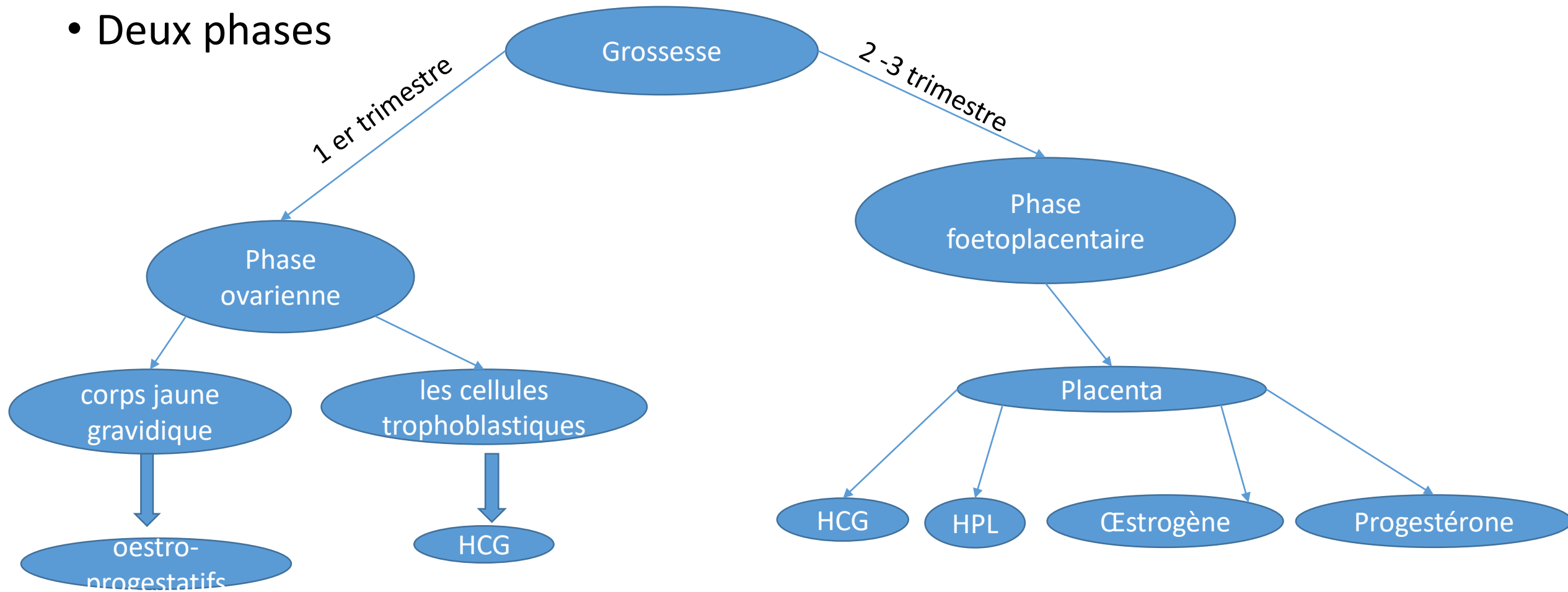
I. Introduction:

- Ce sont ces modifications hormonales qui vont permettre la gestation, le développement du fœtus, la préparation du corps à l'accouchement, le déclenchement du travail et l'allaitement..., mais aussi la protection contre certains risques comme un renforcement de la coagulation pour se protéger des hémorragies. Il s'agit d'un fabuleux système qui permet à la grossesse de se produire.

- On estime que la grossesse dure 280 jours (40 semaine d'aménorrhée) à partir du premier jour des dernières règles(DDR) pour un cycle régulier de 28 jours.
- La date d'accouchement est estimée par rapport à la dernière période menstruelle. Un accouchement jusqu'à 2 semaines avant ou après la date prévue est normal.
- L'accouchement avant 37 semaines de grossesse est dit prématuré; l'accouchement après 42 semaines de gestation est dit post-terme.

II. Hormonologie de la gestation

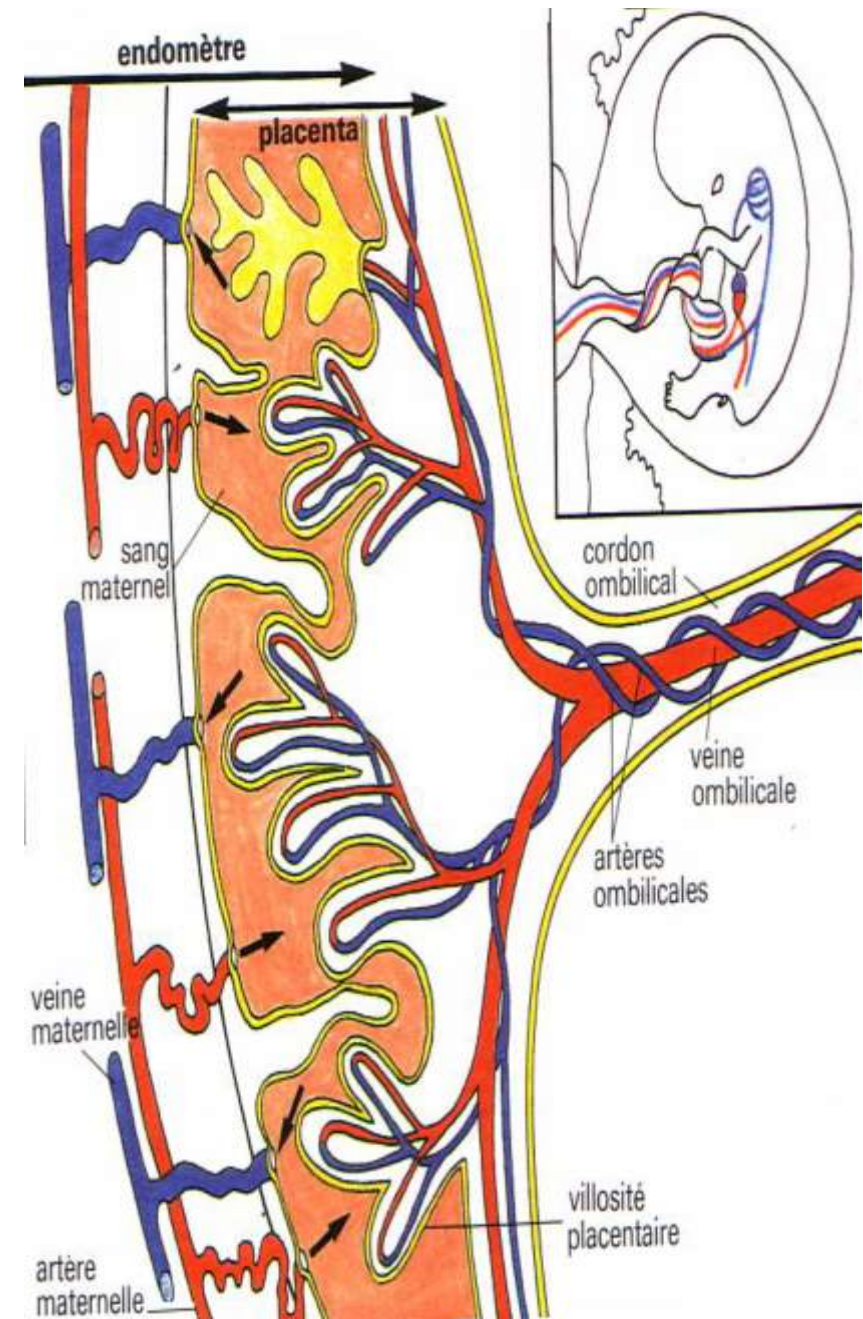
- Deux phases



II. Hormonologie de la gestation

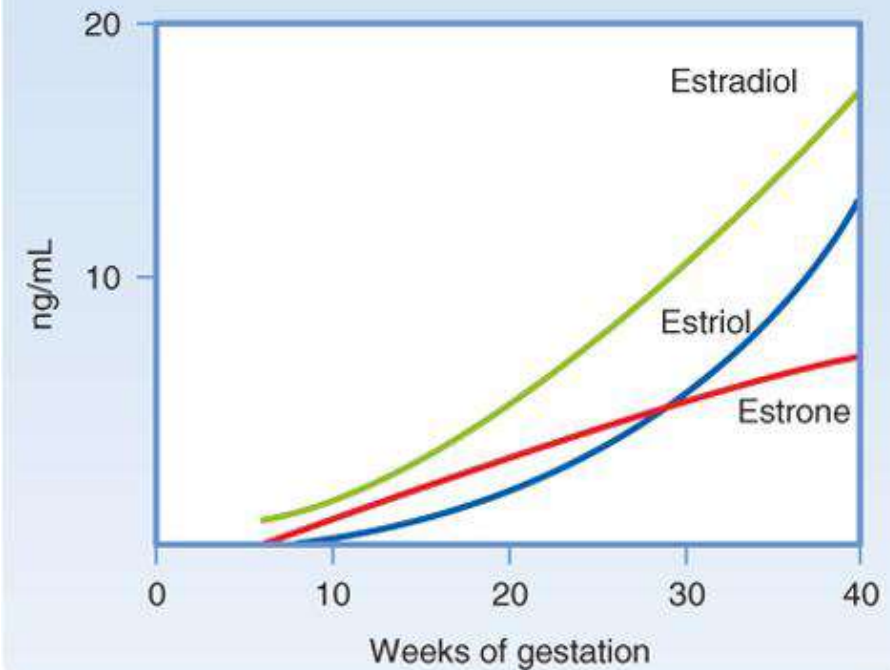
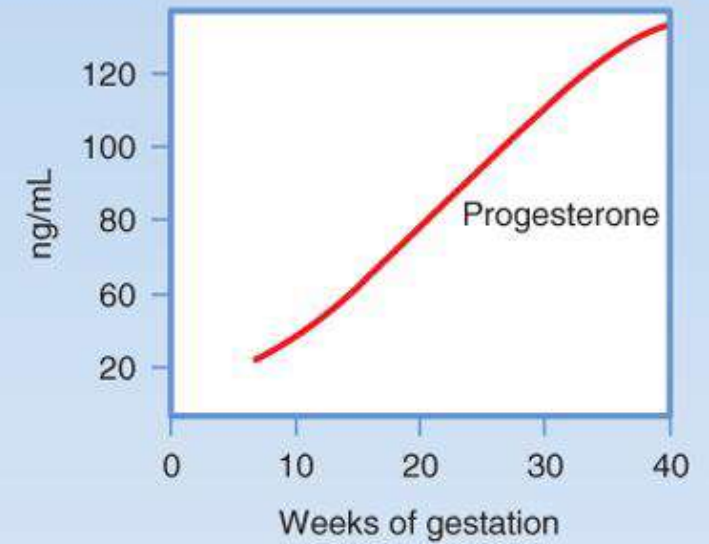
- ❖ **phase ovarienne** (durant le 1er trimestre): le corps jaune, au lieu d'involuer en corpus albicans, se développe en corps jaune gravidique assure la sécrétion des hormones stéroïdes « oestro-progestatifs ».
- Après implantation du blastocyste, les cellules trophoblastiques commencent à sécréter une hormone gonadotrophique chorionique l'(HCG).
- cette hormone maintient l'activité du corps jaune gravidique au delà du cycle menstruel.
- les hormones stéroïdes issues du corps jaune, inhibent la FSH, LH et prévient le développement d'autres follicules.

- ❖ **Phase placentaire** : Après le 4^{ème} mois de la grossesse le placenta prend le relais, il assure 3 grandes fonctions :
- échange fœto-maternel (nourrit, oxygène et épure).
 - filtre pour la protection contre les agents infectieux
 - endocrine : stéroïdogénèse et la synthèse des hormones polypeptidiques : hormone gonadotrophique chorionique (hCG) et l'hormone placentaire lactogène (HPL).

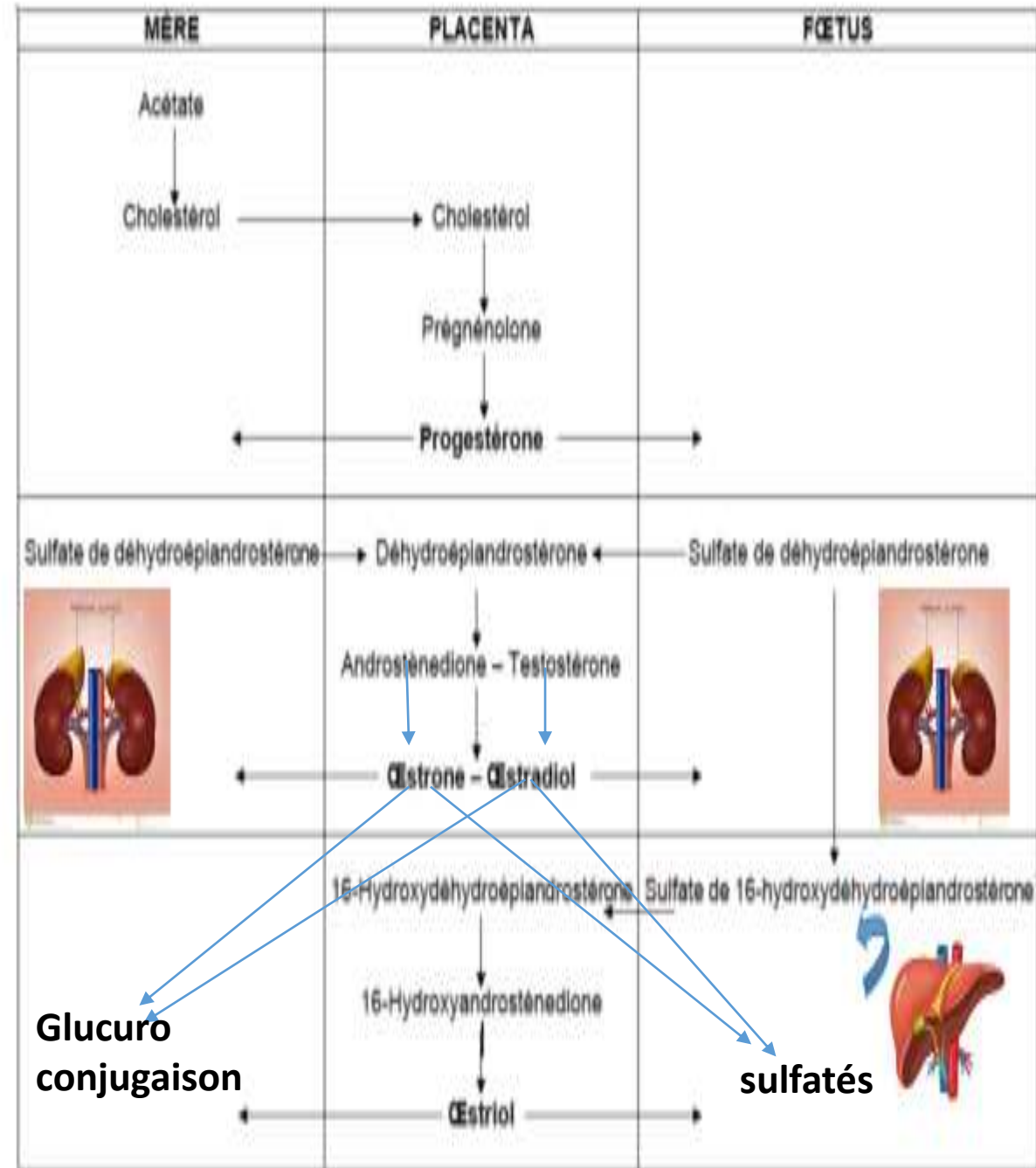


1. Œstrogènes:

- pendant les premières semaines, le corps jaune gravidique sécrète l'estrone et l'oestradiol dont le taux augmente progressivement pour s'accélérer à partir de la 8ème semaine, témoin de l'entrée en activité du placenta
- à partir du 12ème semaine : E1(l'œstrone), E2(l'œstradiol), E3(l'œstriol) augmentent parallèlement aux taux de progestérone (augmentation jusqu'à l'accouchement)
 - E1 et E2 : bon reflet du fonctionnement placentaire
 - E3 : résulte de l'hydroxylation du E1 et du E2 dans le foie fœtale = le témoin directe de la vitalité fœtale



- Le placenta est un organe endocrine incomplet qui ne peut effectuer la synthèse du cholestérol de novo à partir d'acétate, et ne peut transformer la prégnénolone ou la progestérone en androgènes par manque de 17 α -hydroxylase et de 17-20 desmolase.
- Il ne peut donc produire des œstrogènes qu'à partir des androgènes fœtaux ou maternels



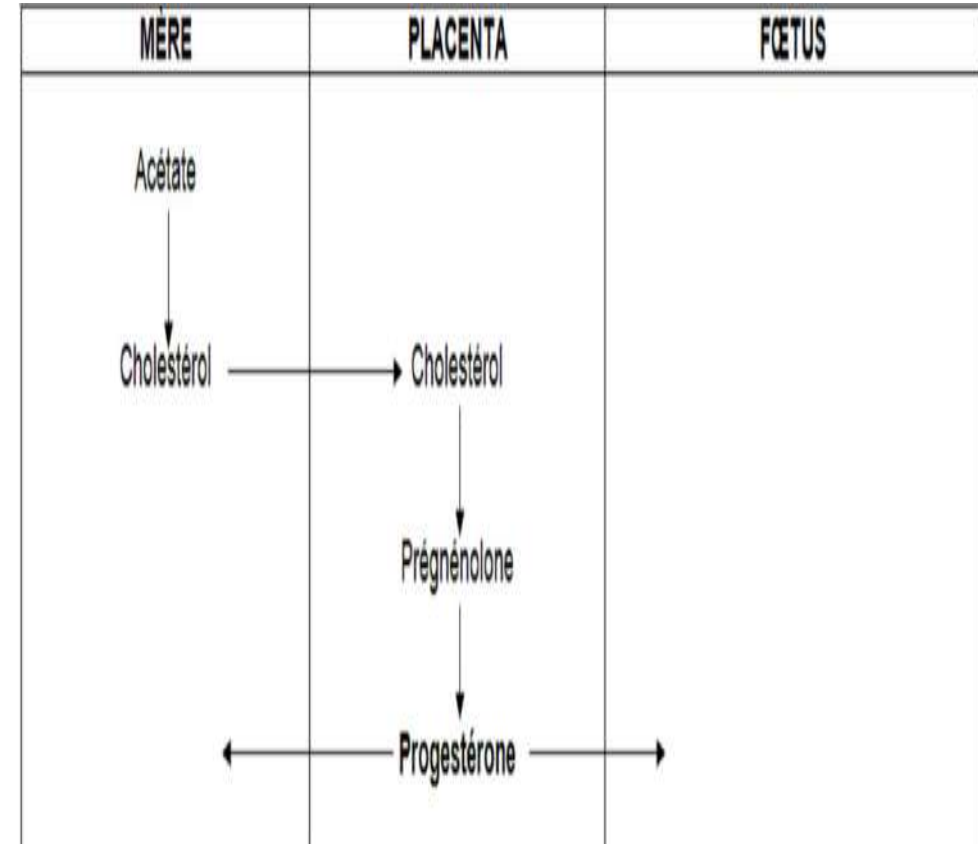
- **Rôle des œstrogènes:**

- Croissance utérine.
- Élasticité du tissu conjonctif de l'utérus.
- Développement mammaire .
- Rétention hydrique, luminosité de la peau, yeux et cheveux.

2. Le progestérone:

Sa sécrétion:

- secrété d'abord par le corps jaune puis à partir du 4ème mois par l'unité foetoplacentaire.
- Son taux plasmatique s'élève régulièrement jusqu'à la 36 e semaine, puis se maintient en plateau jusqu'à terme
- Au neuvième mois, à l'approche de l'accouchement, la production de progestérone chute pour permettre les contractions utérines, nécessaires à l'expulsion du fœtus.
- Ces contractions sont également sous le contrôle d'autres hormones, l'ocytocine et deux prostaglandines, qui favorisent le travail préalable à la délivrance.



Rôle de la progestérone :

- Elle aide à l'implantation de l'embryon(la progestérone entraîne une modification morphologique et fonctionnelle en favorisant la nidation)
- Soutient et épaissit la paroi de l'utérus (endomètre).
- Assure le maintien de la grossesse.
- Au premier trimestre : elle décontracte le muscle de l'utérus jusqu'à l'accouchement
- cette décontraction touche d'autres muscles lisses :intestin qui devient paresseux, la parois des veines et des artères qui se dilatent entrainant des hypotensions responsables des vertiges , malaise et évanouissements.

Rôle de la progestérone :

- induit la différenciation des glandes mammaires et empêche l'intervention de la prolactine sur la glande mammaire avant la naissance.
- -Au second trimestre : son effet relaxant continue à se faire sentir au niveau des vaisseaux sanguins en provoquant des varices.
- cette hormone est proposée dans le traitement de menace d'accouchement prématuré.
- -Au troisième trimestre: Peu avant l'accouchement, son taux chute brusquement, de même que ses effets relaxants : les contractions peuvent commencer.

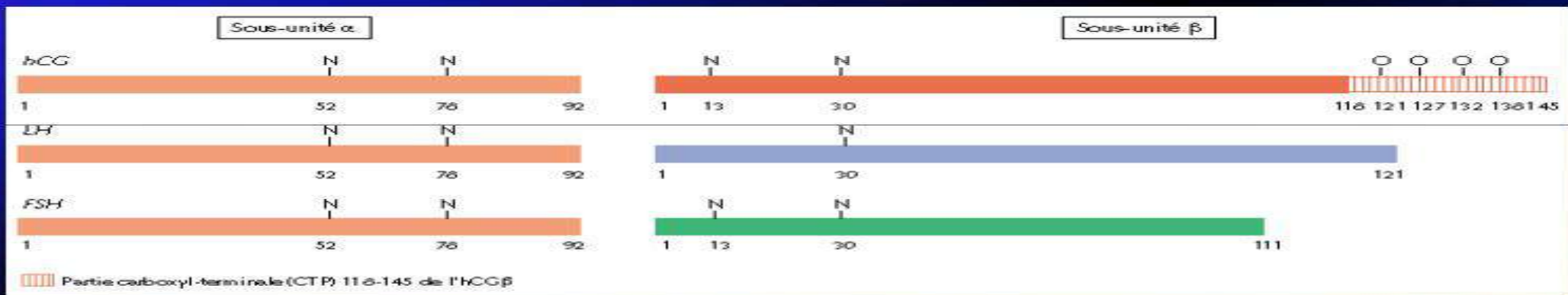
Le métabolisme:

- Sa synthèse se fait à partir du cholestérol comme suit:
- le placenta utilise le cholestérol maternel pour la synthèse de la progestérone dont le devenir sera:
 - ➡ Dans le compartiment maternel: elle est métabolisée et une faible partie est éliminée dans les urines sous forme de prégnandiol (10%)
 - ➡ Dans le compartiment foetal: la progestérone sera la sources des androgènes, œstrogènes et des corticoïdes.

3. Hormone gonadotrophique chorionique (HCG):

- glycoprotéine, sécrétée par les cellules trophoblastiques, formé de 02 chaînes α et β unies par des liaisons disulfures.
- La structure de l'HCG est comparable à celle de la LH et de la FSH.
- l'HCG n'est pas rétro inhibée par de fortes concentrations en H stéroïdes comme la LH.


Similitude de structure: hCG, LH et FSH



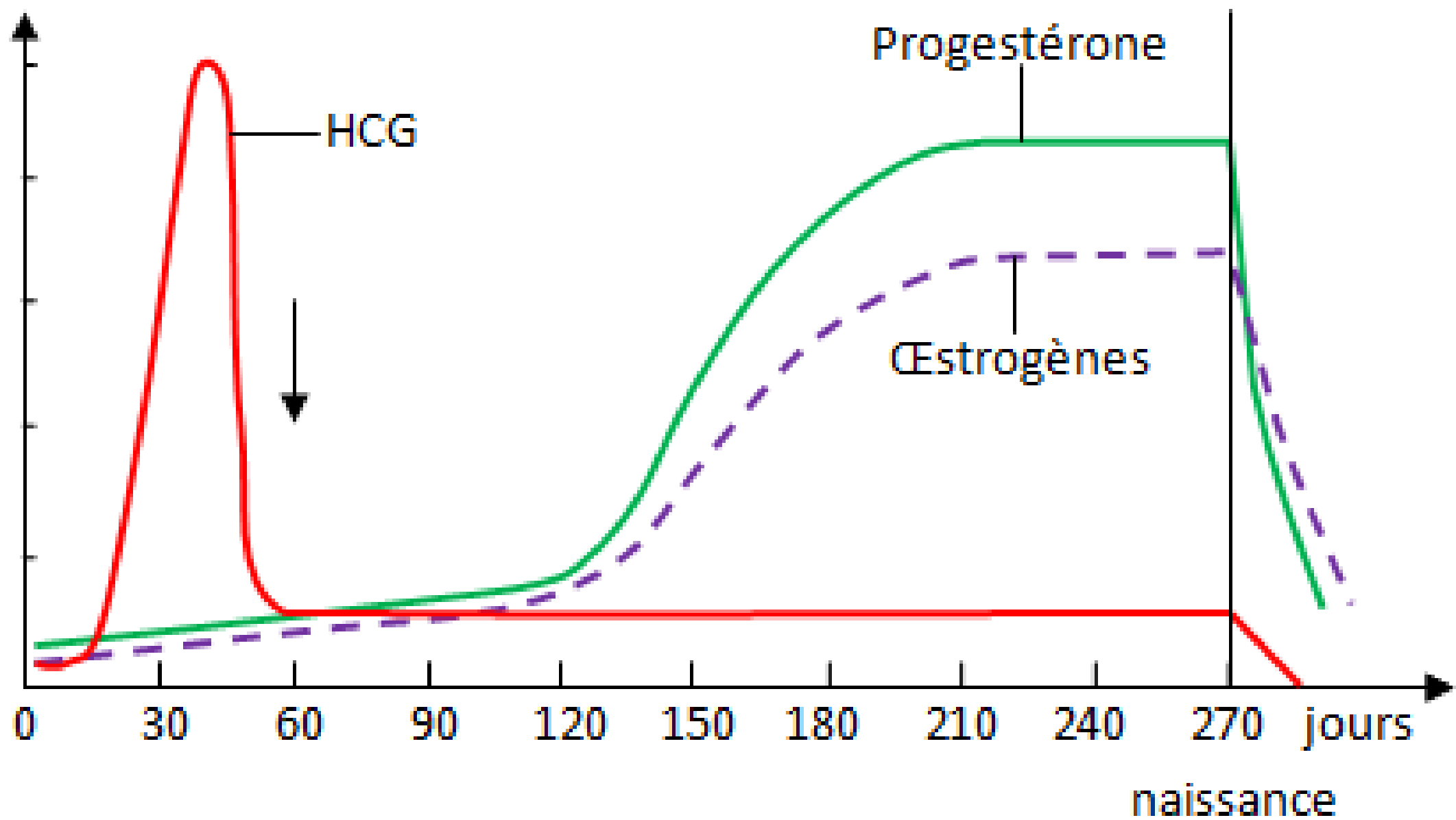
3.HCG

- HCG apparaît très rapidement dans le sang et dans l'urine dès le moment où l'œuf fécondé s'attache à la muqueuse utérine (dès le 8ème jours de la fécondation).
- Sa mise en évidence est à la base du diagnostic précoce de la grossesse et du control de l'évolution du grossesse.
- Ceci lui permet de maintenir l'endomètre et de poursuivre la grossesse

3.HCG

- Le taux de l'HCG augmente au début de la grossesse, Il atteint son maximum à la 8e semaines d'aménorrhée ; puis il chute rapidement entre la 14e et 18e semaine d'aménorrhée et se maintient, à une valeur basse et relativement constant, autour 5000 UI/L, jusqu'à la fin de la grossesse.
- La prise en charge de la synthèse des hormones stéroïdes par le placenta signe donc la  de la concentration de l'HCG et la disparition du corps jaune.

unités
arbitraires



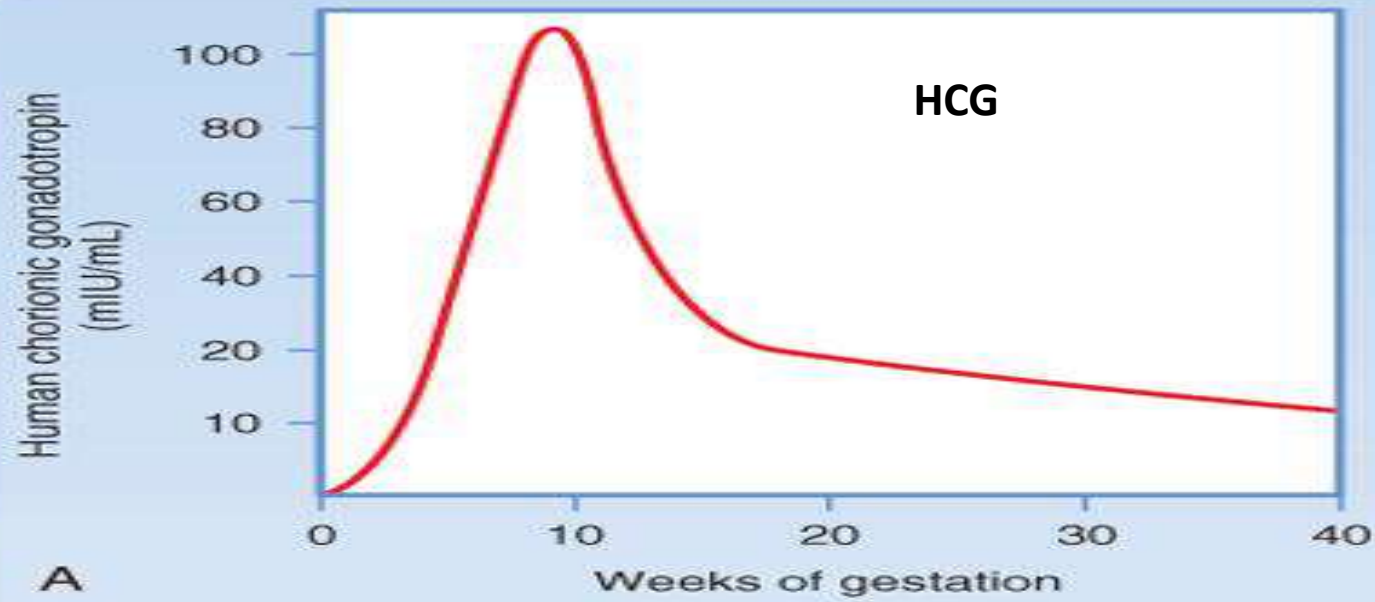
3. HCG

Rôle:

- Maintenir l'activité du corps jaune dès le 8^{eme}-9^{eme} jour de grossesse.
- L'hCG pourrait avoir une action relaxante au niveau du myomètre et des vaisseaux utérins et contribue au maintien de la grossesse
- L'HCG aurait aussi une action stimulatrice sur les cellules de Leydig testiculaire du fœtus pour sécréter la testostérone et favorise la migration du testicule cryptorchide en position scrotale
- Responsable des signes sympathiques de la grossesse

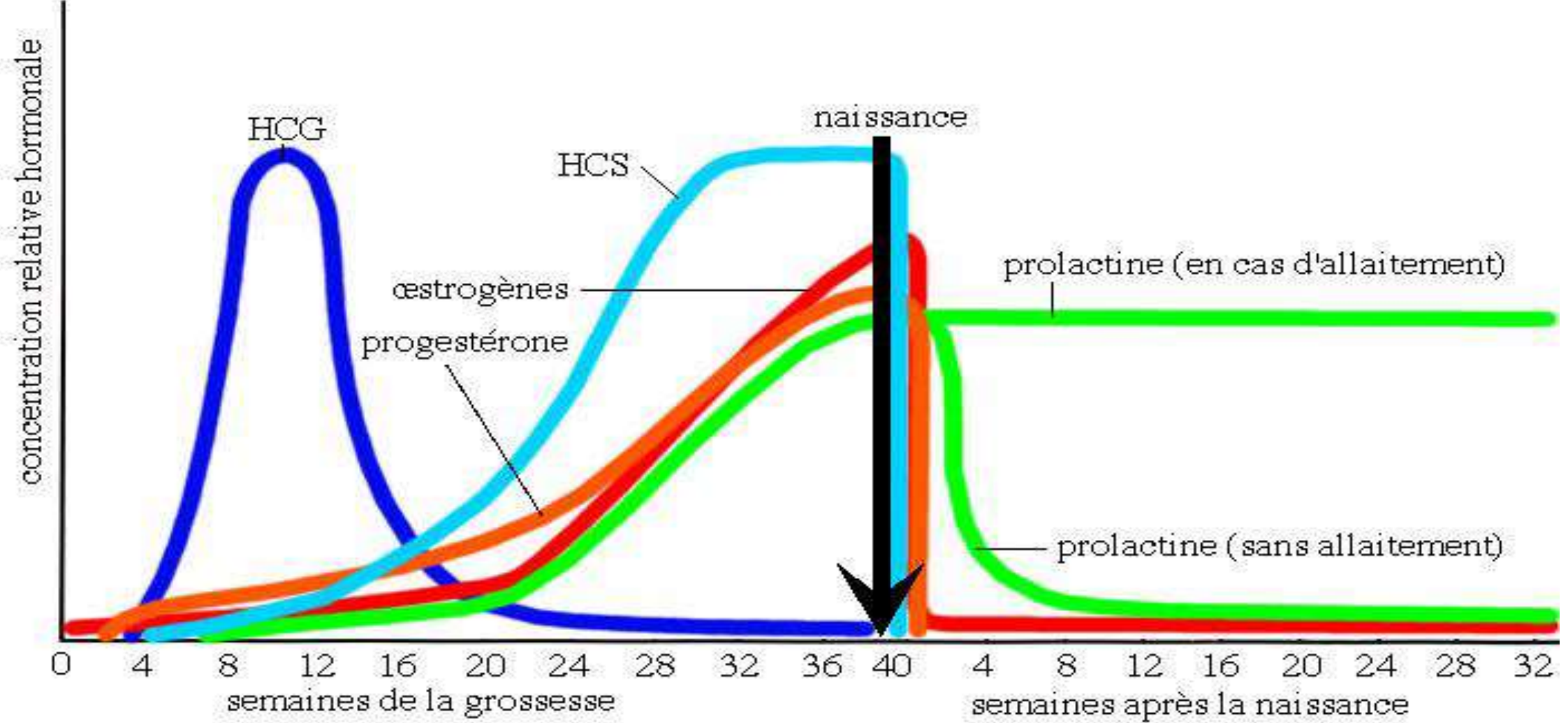
4. Hormone Placentaire Lactogène (HPL):

- HCS (human chorionic somato-mammotrophin).
- une protéine de 191 AA qui présente des analogies de structure avec la GH et la prolactine .
- Elle est sécrétée par le syncytiotrophoblaste placentaire; sans participation fœtale, tout au long de la grossesse.
- Son taux augmente progressivement à partir de la 12^e de la grossesse jusqu'à atteindre un plateau à la 34^e semaine .
- La quasi-totalité de l'hCS produite est libérée dans le sang maternel



Effets biologiques:

- 1. effet lutéotrope :** maintient du corps jaune en gestation.
- 2. effet lactogène:** stimule la prolifération de l'épithélium glandulaire mammaire
- 3. effet somatotrope:** Exercé sur la croissance du fœtus.
- 4. effet métabolique:** Action sur:
 - ✓ Les lipides: libération des AG à partir des TG et grâce à la bêta oxydation assure les besoins énergétiques de la mère.
 - ✓ Les glucides: action diabétogène (hyperglycémiante).avec diminution de l'utilisation du glucose par la mère au profit du fœtus+antagoniste de l'insuline.
 - ✓ Les protides: synthèse protéique accrue.



La prolactine est sécrétée, au cours de la gestation. Mais la lactation ne peut apparaître au cours de la gestation car il y a blocage des récepteurs à la prolactine sous l'effet de la progestérone

III. Modifications physiologique au cours de la grossesse:

- Ces modifications physiologiques réponds aux mécanismes d'adaptation des fonctions de l'organisme maternel, nécessaire au développement d'une grossesse (cardio-vasculaire, pulmonaire , rénale, métabolique, etc.).
- Il est donc important de connaître ces modifications physiologiques pour :
 - reconnaître ce qui relève du normal et de la pathologie,
 - évaluer les répercussions potentielles de la grossesse sur la mère et le fœtus en cas de pathologie préexistante.

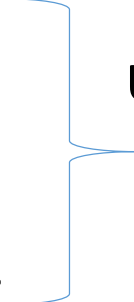
A. Les modifications pondérales:

- Le poids augmente à raison de 1 kg /mois jusqu'au 6èmemois, puis de 2 kg /mois au cours du 3ème trimestre.
- Au total, la prise de poids en fin de grossesse est entre 9 et 12 kg .
- Cette prise de poids comprend en moyenne :
 - ✓ 5 kg de tissus nouveaux : fœtus, placenta et liquide amniotique,
 - ✓ 3 kg de tissus dont la masse augmente : utérus, sein, liquide extra-cellulaire,
 - ✓ 4 kg de dépôts lipidiques.

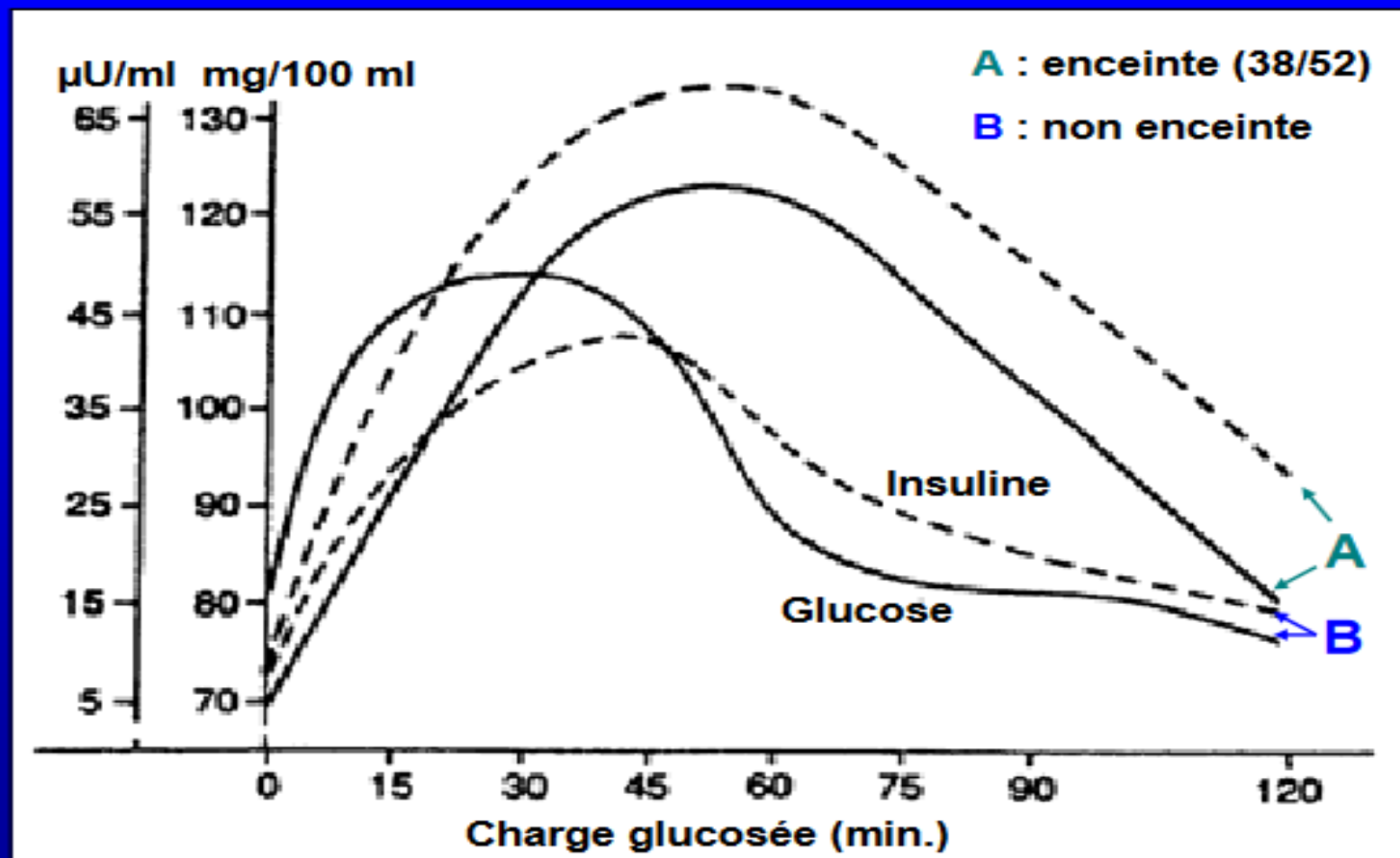
- $IMC = \text{poids (en kg)} / \text{taille}^2 \text{ (en m)}$, dont la valeur normale est comprise entre 18,5 et 25 kg/m^2 .
- Un IMC préconceptionnel inférieur à 18,5 kg/m^2 est associé à un risque d'accouchement prématuré ou à la naissance d'un enfant de petit poids pour l'âge gestationnel.
- Supérieur à 25 kg/m^2 , il expose la femme à des pathologies comme le diabète gestationnel ou la HTA gravidique, à un accouchement par césarienne, ou encore, pour le bébé, à une macrosomie.

B. Modifications énergétique et métaboliques

- Lors de la grossesse, le métabolisme de base augmente en moyenne de 15 à 30 %.
- ✓ La moitié de cette dépense énergétique est consacrée à la création des réserves de lipides, au 1er trimestre, qui seront utilisées plus tard
- ✓ L'autre moitié est employée à la croissance fœtale, surtout au 3e trimestre.
- Recommande une augmentation de **70, 260 et 500 kcal/jour** pour respectivement le 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} trimestre

- la glycémie diminue,
 - la sécrétion d'insuline augmente,
 - la résistance à l'insuline augmente,
 - les acides gras plasmatiques augmentent.
 - un stockage de lipides dans le tissu adipeux maternel.
- 
- un apport stable de glucose au fœtus.

Métabolisme du glucose



C. Modifications sécrétions des glandes:

- une possibilité de goitre maternel avec augmentation de T3
- Une hyperparathyroïdie accompagnée d'une augmentation de la calcitonine.
- Le cortisol plasmatique double
- L'aldostérone augmente par stimulation de système rénine angiotensine- aldostérone.
- la testostérone et l'androstènedione augmentent dans le sang maternel.

| | Hors grossesse | Grossesse | Post-partum |
|----------------------------------|---|------------------------------|-----------------------------------|
| Prolactine | < 20 ng/ml 1 ng/ml = 18 mUI/L | Jusqu'à 250 ng/ml | Si pas allaitement ↘ en 2 sem. |
| Tri-iodothyronine (T3) totale | 0,7 à 1,6 µg/L 1 à 2,5 nmol/L | ↗ | |
| Tri-iodothyronine (T3) libre | 2 à 5,6 ng/L 3 à 8,5 pmol/L | Légère ↘ limite inf. Nle | |
| Thyroxine (T4) totale | 45 à 110 µg/L 60 à 140 nmol/L | ↗ | |
| Thyroxine (T4) libre | 10 à 35 pmol/L 8 à 28 ng/L | Légère ↘ limite inf. Nle | |
| Thyréostimuline (TSH) | 0,3 à 4 mU/L | Légère ↘ limite inf. Nle | |
| Phosphorémie | 0,8 à 1,6 mmol/L 25 à 50 mg/L | ↘ jusqu'à 30 SA ↗ ensuite | |
| PTH | 10 à 65 ng/L | ↗ vers 28 SA | |
| Cortisol | 8 h : 100 à 200 µg/L 250 à 550 nmol/L 20 h : 100 µg/L 250 nmol/L | X 2 | |
| Cortisol fraction libre | 10 à 20 µg/L | Stable | |
| Aldostérone | Sujet couché : 28 à 280 pmol/L 10 à 100 ng/L Sujet debout : 200 à 800 pmol/L 70 à 300 ng/L | ↗ | |
| Testostérone | 0,2 à 0,6 µg/L | ↗ | |
| Androstènedione | 3 à 10,5 nmol/L | ↗ | |
| Déhydroépiandrostérone | 2,2 à 7,5 µmol/L | ↘ | |

D. Les modifications cardio-vasculaires et hémodynamiques:

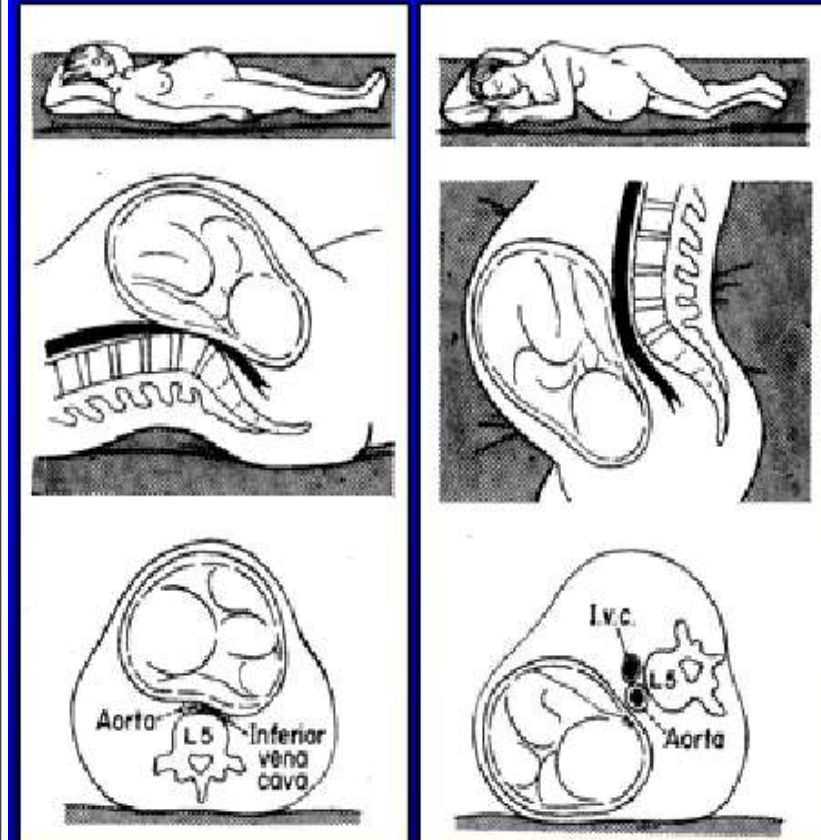
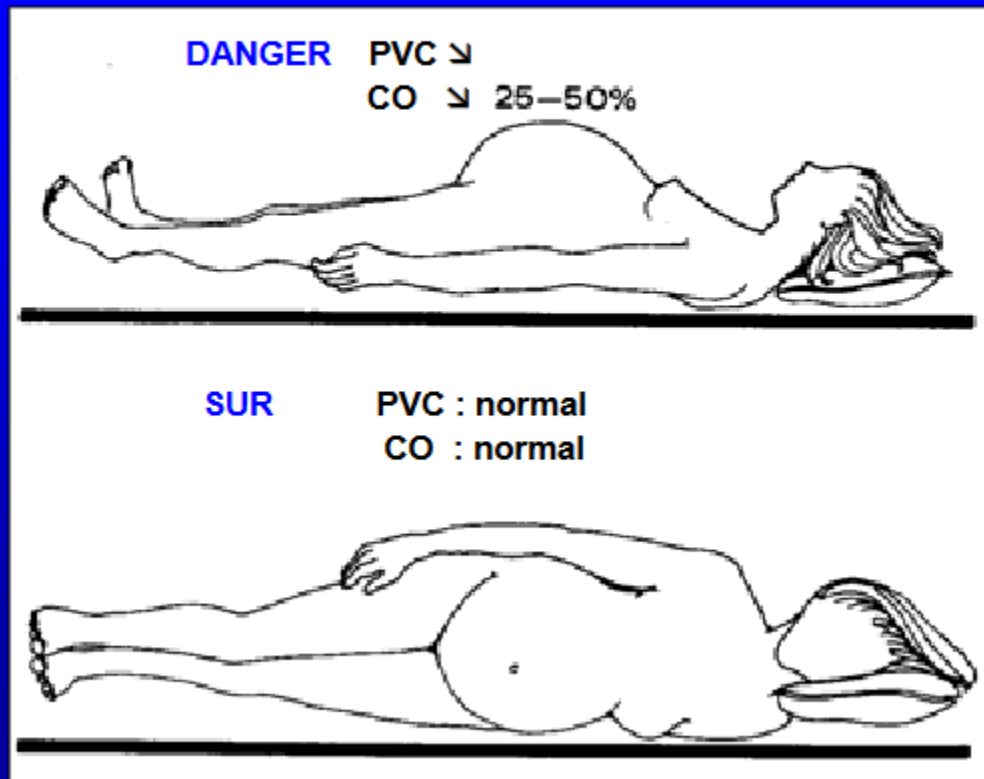
- Les œstrogènes entraînent une l'hypervolémie qui est l'expression de la rétention hydrosodée de l'augmentation de la sécrétion d'aldostérone.
- Les œstrogènes augmentent la fréquence et le débit cardiaque ainsi que les débits circulatoires et la contractilité du myocarde.
- En parallèle, la progestérone permet l'adaptation vasculaire à cette hypervolémie par un relâchement des parois veineuses et des sphincters capillaires en augmentant la capacité du lit vasculaire.

D. Les modifications cardio-vasculaires et hémodynamiques

- Globalement il y a une augmentation du travail cardiaque.
- Le débit cardiaque croît de 30 à 50 % environ. Il dépend de
 - ✓ la fréquence cardiaque qui augmente de 15 % (15 à 20 bpm à terme),
 - ✓ le volume d'éjection systolique qui augmente de 30 % (+ 10 à 15 ml).

La pression veineuse augmente beaucoup aux membres inférieurs. Ceci est dû à la compression des gros vaisseaux et de la veine cave inférieure par l'utérus gravide, particulièrement en décubitus dorsal.

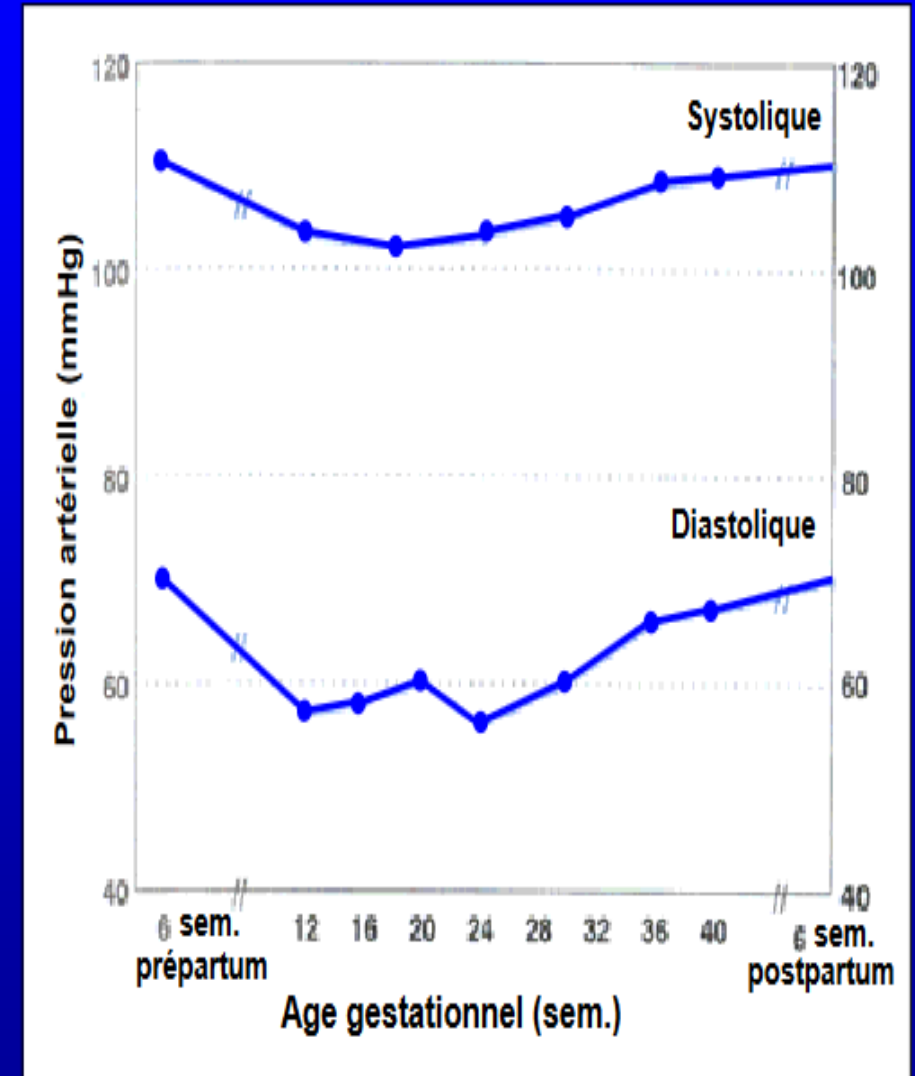
Compression aorto-cave



**Perfusion
utérine et
compression
aorto-cave**

- **La pression artérielle** : est fonction du débit cardiaque et des résistances périphériques.
- ✓ En dépit de l'augmentation du débit cardiaque, la pression artérielle baisse d'environ 20 à 30 % de façon proportionnelle à la baisse des résistances périphériques de 7 SA jusqu'à environ 24-28 SA.
- ✓ Puis, le shunt artério-veineux créé par l'unité foeto-placentaire et les effets vasomoteurs des hormones entraînent une augmentation des résistances périphériques et donc une remontée de la pression artérielle qui revient en fin de grossesse à un niveau égal à celui d'avant la grossesse.

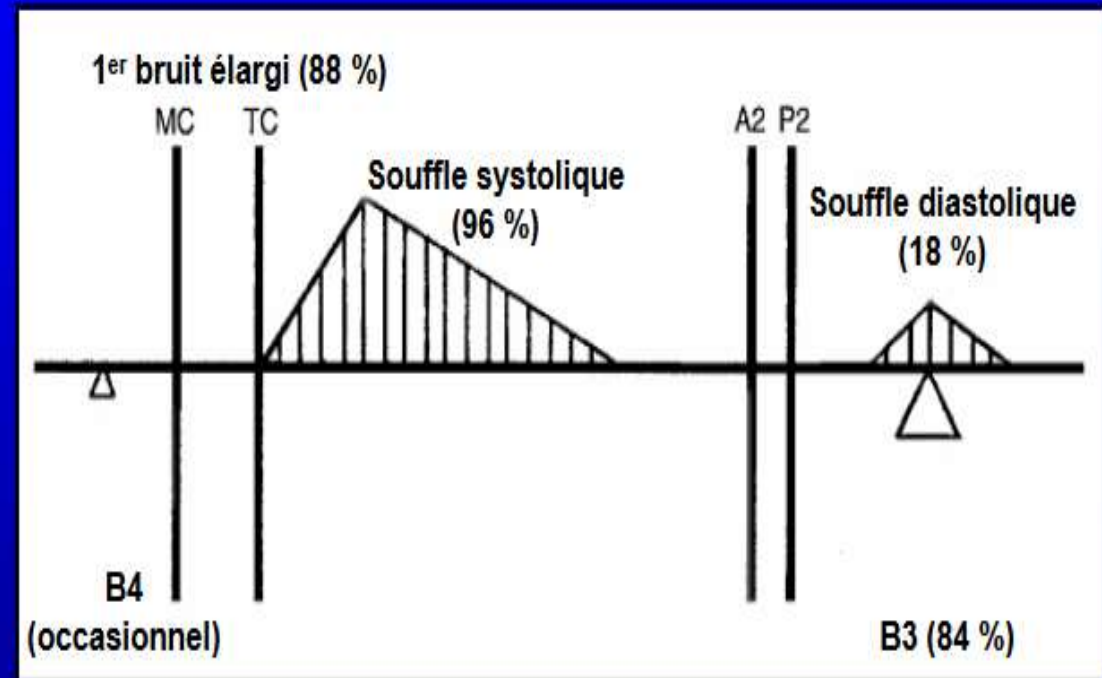
Pression artérielle et grossesse



Tous ces phénomènes adaptatifs modifient l'examen clinique et para clinique

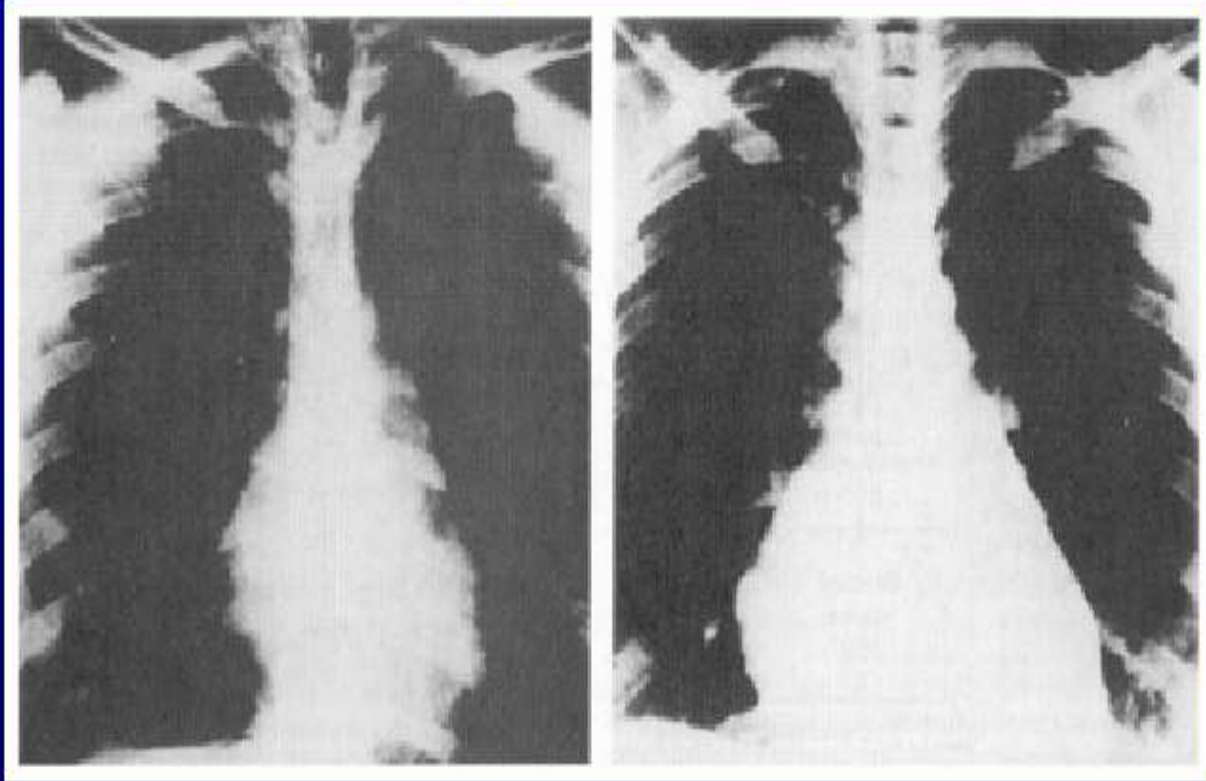
1. la fréquence cardiaque est augmentée de 10 à 15 bpm .
2. l'auscultation cardiaque est modifiée avec une augmentation de B1, un dédoublement de B2 et l'apparition d'un B3 par augmentation du débit sanguin auriculo-ventriculaire chez 80 à 90 % des femmes enceintes à partir de 20 SA .
3. une insuffisance tricuspidiennne et pulmonaire adaptative est retrouvée chez 94 % des femmes à terme et ainsi qu'une insuffisance mitrale dans 25 % des cas.

Auscultation cardiaque et grossesse



4. le changement de position du cœur entraîne une déviation gauche de l'axe QRS à l'ECG ; à la radiographie pulmonaire (indication à discuter ++ du fait du risque d'irradiation fœtale), la silhouette du cœur est augmentée non pas du fait d'une cardiomégalie mais du fait de l'horizontalisation du cœur due à la surélévation des coupes diaphragmatiques. Le cœur est refoulé vers le haut et il effectue une rotation en avant sur son axe transversal ;
5. à l'échographie cardiaque, dès 12 SA, on retrouve une hypertrophie du ventricule gauche qui peut atteindre 50 % à terme. L'hypertrophie auriculaire droite et gauche est très nette à 30 SA ;

Radiographie du thorax et grossesse



Avant

36 semaines

E. Les modifications respiratoires:

- Il y a une augmentation du débit sanguin pulmonaire et une augmentation de la captation de l'oxygène par minute.
- L'augmentation des besoins en oxygène (pour le fœtus et le placenta) est de 20 à 30 %.
- une augmentation de la fréquence respiratoire , une augmentation du Volume Courant (VC) dès le 3ème mois (+ 40 % à terme), une diminution du Volume de Réserve Expiratoire (VRE) de 15 %.

E. Les modifications respiratoires:

- l'élévation du taux de progestérone entraîne une augmentation du débit respiratoire avec une augmentation de la ventilation alvéolaire d'où une hyperventilation qui entraîne une hypocapnie et une légère alcalose respiratoire.
- Le pH reste cependant normal car il y a une augmentation de l'excrétion rénale des bicarbonates et une diminution de leur réabsorption.

Gaz sanguins et grossesse

| | pH | PaCO ₂ | PaO ₂ | HCO ₃ |
|-----------|------|-------------------|------------------|------------------|
| Contrôle | 7,40 | 40 | 90 | 25 |
| Grossesse | 7,42 | 32 | 105 | 20 |

F. Les modifications rénales et urinaires

- La taille des reins augmente (+ 1 cm) ainsi que leur poids (+ 45 g).
- Le débit plasmatique rénal est augmenté dès le début de la grossesse, à 6 mois soit + 80 % et il diminue à l'approche du terme, où son augmentation n'est plus que de 25%.
- La filtration glomérulaire est augmentée de 15 % en début de grossesse, à 50-70 % en fin de grossesse.

F. Les modifications rénales et urinaires

- La fonction tubulaire :
 - ✓ augmentation de l'excrétion de certains acides aminés et protéines.
 - ✓ augmentation de l'excrétion du Na^+ (+ 60 %) et de l'eau. Le bilan hydro-sodé est tout de même positif car il y a une forte réabsorption.
 - ✓ augmentation du seuil de réabsorption du glucose (les glycosuries sont fréquentes et non corrélées à l'existence d'un diabète au cours de la grossesse) ;
 - ✓ augmentation du seuil de réabsorption des bicarbonates (à cause de la tendance à l'alcalose). Le pH pendant la grossesse, il est à 7,40-7,45.

G. Les modifications digestives:

- Les « envies » des femmes enceintes sont souvent décrites. Leur cause en est inconnue.
- Les nausées et vomissements sont fréquents entre 4 et 12 SA.
- pyrosis dès la fin du 1er trimestre de la grossesse, du fait du ralentissement du transit gastrique et de la diminution du tonus du cardia + la régurgitation est plus fréquente.
- Il y a une diminution de la sécrétion gastrique de 40 %. Le pH gastrique augmente aux 1^{er} et 2^{eme} trimestres. Il y a une production accrue de mucus protecteur

G. Les modifications digestives:

- Le temps de transit est allongé. Ce ralentissement du transit s'accompagne d'une augmentation de la résorption de l'eau au niveau du colon, ce qui favorise et accentue la constipation.
- Au niveau de la vésicule biliaire, la progestérone entraîne une hypotonie et donc une stase vésiculaire. La vidange est donc ralentie; en parallèle, sous l'effet des oestrogènes, la concentration en cholestérol est accrue, augmentant l'indice de lithogénicité de la bile. Ces 2 phénomènes font que le risque de lithiase biliaire est augmenté.

H. Les modifications hématologiques

- Le volume plasmatique augmentant plus que le volume érythrocytaire, il existe une hémodilution relative qui se traduit par une diminution de la concentration en hémoglobine réalisant « l'anémie physiologique de la grossesse ».
- Les besoins en fer et folates sont augmentés .d'ou l'indication d'une supplémentation maternelle.
- Le taux de globules blancs augmente, et les plaquettes diminuent légèrement en fin de grossesse.
- La plupart des facteurs de coagulation augmentent alors que les inhibiteurs physiologiques et la capacité fibrinolytique diminuent. Il existe donc un état d'hypercoagulabilité au fur et à mesure que la grossesse progresse (prévenir une hémorragie).

- De ces phénomènes découlent les conséquences suivantes :
 - un taux bas d'hémoglobine n'est pas forcément un signe d'anémie .
 - un taux élevé d'hémoglobine peut être le témoin d'une expansion plasmatique insuffisante ce qui est pathologique.
- Les limites inférieures acceptées au cours de la grossesse sont de :
 - ❖ 11 g/dl d'hémoglobine ou 32 % pour l'hématocrite aux 1er et 3ème trimestres.
 - ❖ 10,5 g/dl au 2ème trimestre.

I.les modifications psychologiques

- La grossesse et la naissance d'un enfant s'accompagnent de modifications affectives issues des transformations corporelles et des remaniements psychologiques
- Cette période de développement fait intervenir de nombreux facteurs : hormonaux, neuropsychologiques, sociologiques, ethnologiques contribuant aux réaménagements conscients et inconscients de la femme devenant mère.
- les transformations du corps et de l'image corporelle peuvent être source de stress pendant la grossesse et après l'accouchement où le changement est brutal.

- Sur le plan psychique, il peut y avoir :
 - une réactivation des conflits latents avec sa propre mère.
 - un processus de régression.
 - une transformation de l'identité personnelle avec l'émergence du sentiment de devenir mère.
 - des manifestations anxieuses.
 - une réadaptation aux nouvelles positions familiales et sociales.

I. Autres modifications:

- Hyperpigmentation cutanée.
- Le mélasma ou masque de grossesse.
- Les œdèmes du visage (paupières ++) et des extrémités.
- les vergetures (Rouges, violacées) sur l'abdomen, les cuisses, les seins et les creux axillaires; dues à la distension mécanique et à la fragilisation des fibres de collagène et d'élastine.
- une sciatalgie, conséquence de la compression du nerf sciatique.



Vergetures de la grossesse

