

Table des matières

1. Introduction	2
2. Courbes de croissance	3
3. Croissance prénatale.....	8
4. Croissance postnatale.....	11
5. Le développement des organes génitaux.	22
6. La puberté chez les garçons.....	26
7. La puberté chez les filles.....	30

1. INTRODUCTION

La croissance est une caractéristique fondamentale des enfants et des adolescents. Elle est influencée par de nombreux facteurs.

La croissance est divisée en 4 phases:

- La croissance avant la naissance (**croissance prénatale**): pendant cette période, la vitesse de croissance est la plus grande. En 9 mois, à partir d'une cellule, l'embryon/fœtus se développe pour devenir un nouveau-né d'une taille moyenne de 50 cm.
- Les **2 premières années de vie**: les bébés et les nourrissons grandissent également très rapidement. En 2 ans ils prennent encore 35 cm en moyenne.
- Pendant **l'enfance**, la croissance ralentit progressivement, de 8 cm par an en maternelle jusqu'à 4 cm par an juste avant la puberté.
- La **croissance pubertaire**: sous l'influence des hormones sexuelles, la vitesse de croissance augmente à nouveau jusqu'à 8-10 cm par an. Chez les filles, la croissance totale pendant la puberté est en moyenne de 20 cm et chez les garçons 32 cm. La différence de taille entre les hommes et les femmes s'explique par la croissance durant cette dernière phase. Trois à 4 ans après le début de la puberté, la croissance s'arrête.

Sur les courbes de croissance on peut lire l'évolution de la croissance:
<http://www.vub.ac.be/groeicurven/francais.html>.

Les facteurs qui influencent la croissance varient en fonction de la période de croissance. Avant la naissance, la santé de la mère et le placenta jouent un rôle essentiel. Durant les premières années de vie, l'alimentation a une importance capitale. Pendant l'enfance et l'adolescence, en plus de l'alimentation, les hormones jouent un rôle de plus en plus important.

Etant donné que la **puberté** a une grande influence sur la croissance, nous en discutons dans cette section.

Chez les **filles**, le premier signe de puberté est le développement des seins sous l'influence des hormones féminines. Cela commence normalement entre 8 et 13 ans. Il existe donc une variation importante de l'âge du début de la puberté. En moyenne, 3 ans plus tard,

apparaissent les premières règles. Dès les premiers signes de puberté, la croissance s'accélère. Après les premières règles, on grandit encore en moyenne de 3-4 cm.

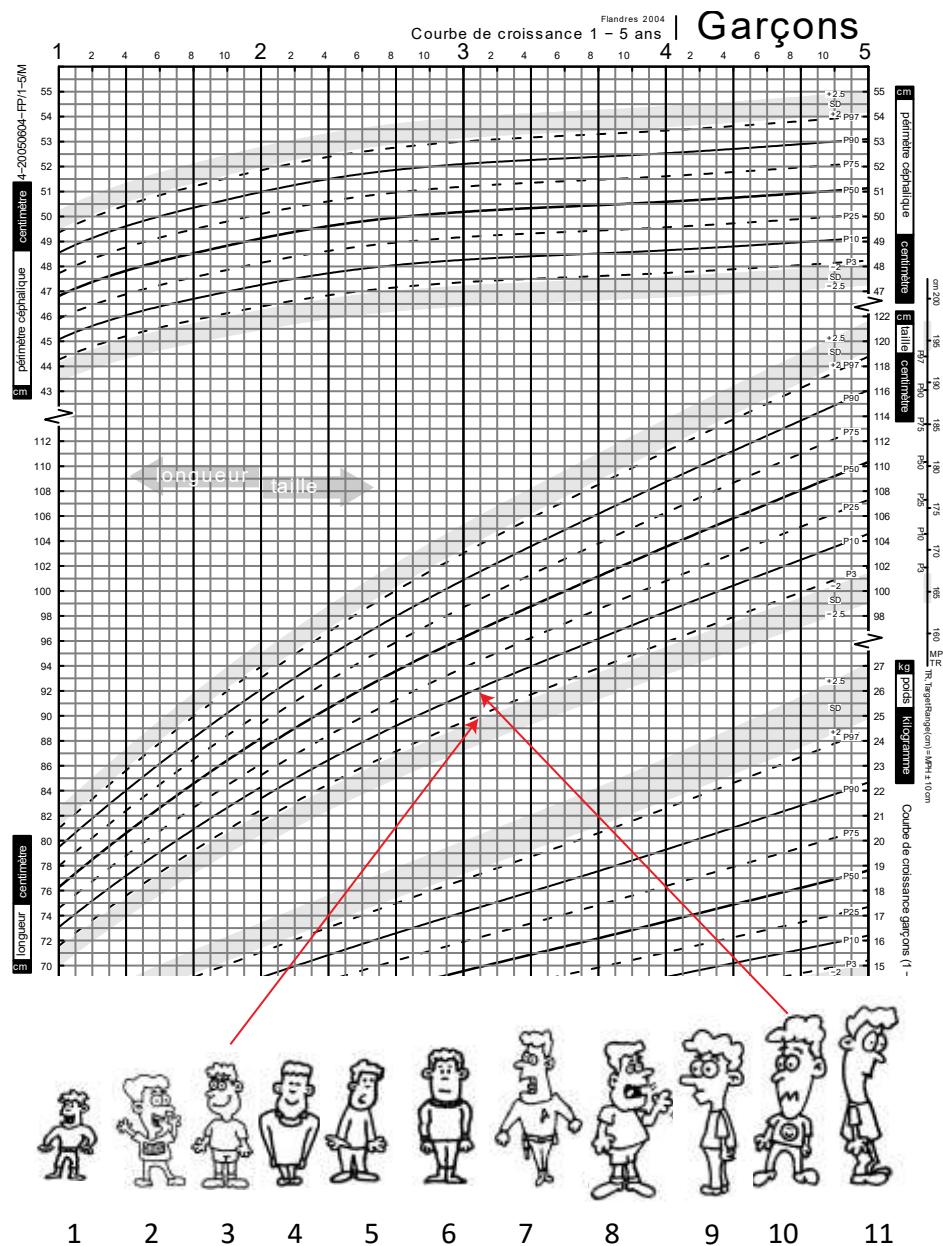
Chez les **garçons**, la puberté commence un peu plus tard, entre 9 et 14 ans, lorsque le volume des testicules atteint un volume de 4 ml ou plus. A partir de ce moment-là, il faut encore 6 à 9 mois avant que la croissance s'accélère.

2. COURBES DE CROISSANCE

Pour déterminer si la taille d'un enfant est grande ou petite, il faut la comparer avec la taille d'autres enfants du même sexe. Cela peut se faire en rapportant la taille sur une courbe de croissance. Cette courbe permet de déterminer quelle est la taille des enfants à un certain âge. La courbe de croissance des garçons est différente de celle des filles. Pour construire une courbe de croissance, pour chaque âge, 100 filles et garçons sont mis en rang du plus petit au plus grand. On mesure alors la taille du 3^{ème}, 10^{ème}, 50^{ème}, 90^{ème} et 97^{ème} enfant et ces tailles sont mises sur le graphique.

Par exemple: Pour des garçons de 8 ans, le 3^{ème} plus petit mesure 120 cm, le 10^{ème} 123 cm, le 50^{ème} 130 cm, le 90^{ème} 137 cm et le 97^{ème} 140 cm. Lorsque l'on relie les mêmes points de chaque âge on obtient **les lignes de percentiles** : par exemple, la ligne qui relie, à chaque âge, tous les garçons que se trouvent à la dixième place s'appelle le percentile 10.

Par exemple: un garçon de 125 cm se trouve entre le 10^{ème} et le 50^{ème} garçon. On dit que sa taille se situe entre le 10^{ème} et le 50^{ème} percentile.



Les médecins utilisent parfois des courbes de croissance qui n'ont pas des lignes de percentiles mais des **lignes de déviation standard**. La taille d'un enfant est alors exprimée en nombre d'écarts-types au-dessus ou en-dessous de la moyenne (SDS, score de déviation standard).

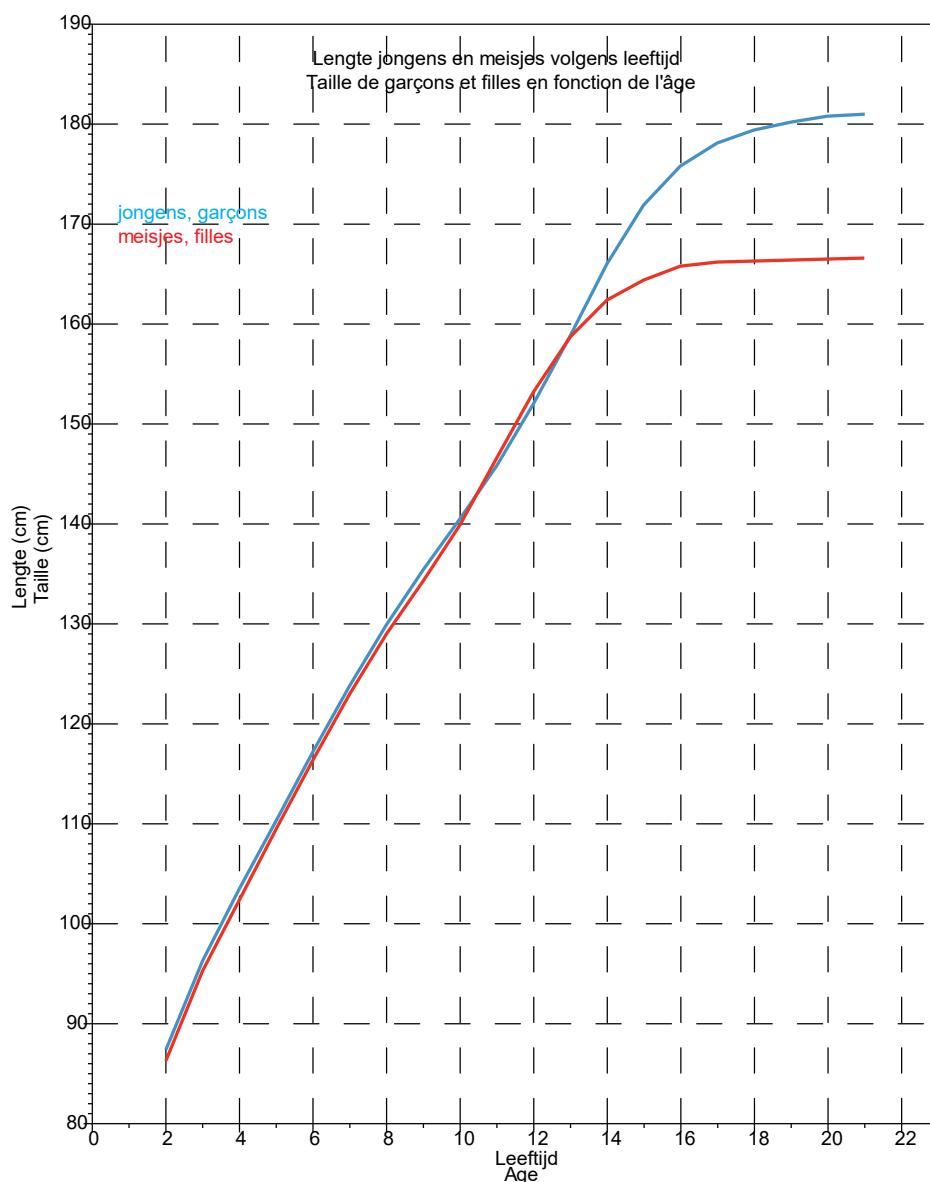
Score de déviation standard	Correspond environ au percentile
-2.0	2.5
-1.0	16.5
0.0	50

+1.0	83.5
+2.0	97.5

La courbe de croissance que l'on utilise doit **être adaptée** à l'origine ethnique de l'enfant, à son sexe et à l'âge.

Influence du pays d'origine (l'ethnicité)

Il est clair que les Japonais sont en moyenne plus petits que les Néerlandais. Mais les enfants marocains ou turcs qui sont nés en Belgique et qui y vivent sont en moyenne plus petits que les personnes d'origine belge. Dans les plupart des pays, et également en Belgique, les personnes qui vivent dans le nord sont plus grandes que celles qui vivent dans le sud.

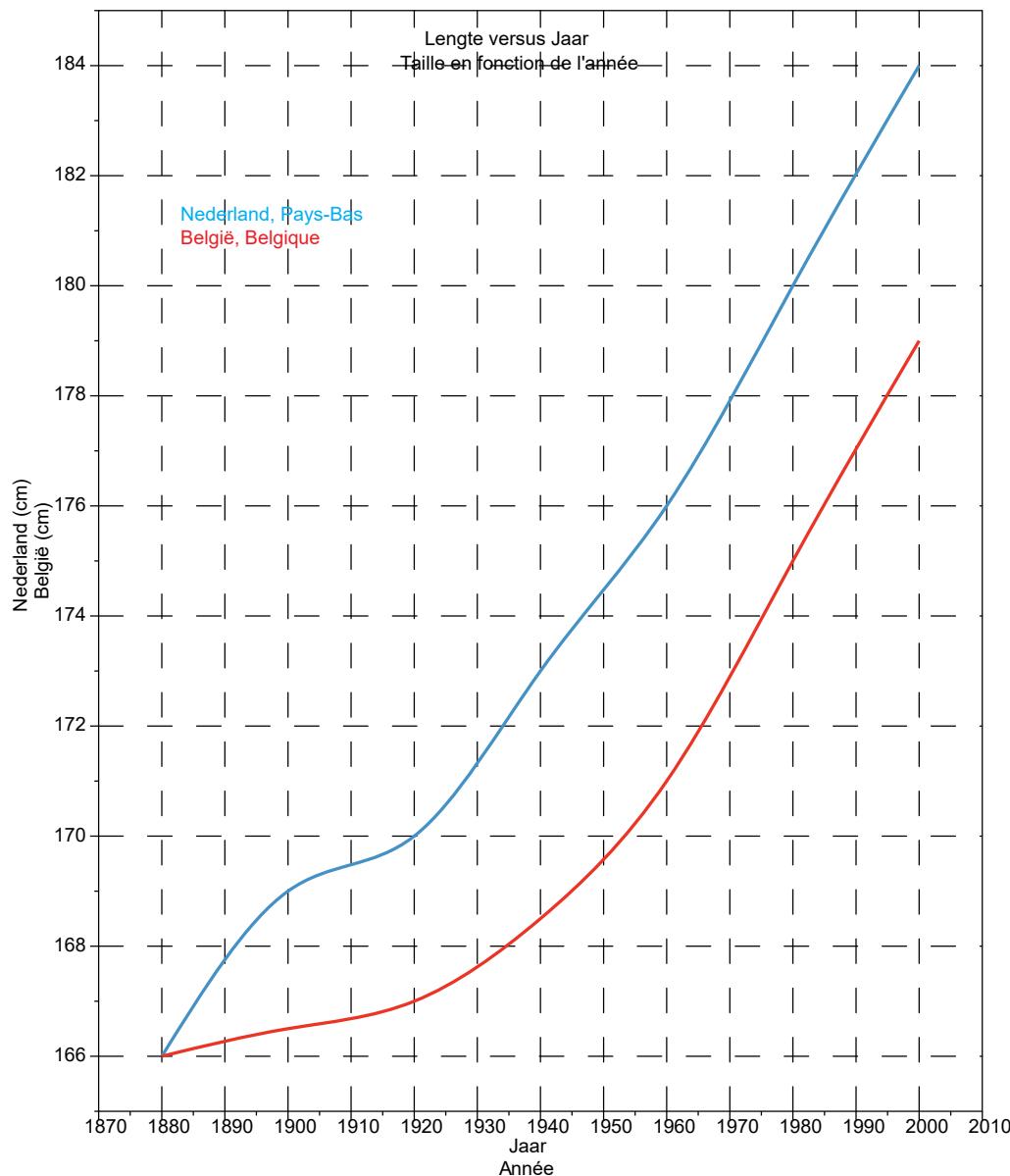


Influence du sexe

Les hommes adultes sont 12 à 14 cm plus grands que les femmes adultes. Jusqu'à la puberté, il y a peu de différence entre les garçons et les filles mais les garçons présentent une poussée de croissance plus importante pendant la puberté. Il existe donc des courbes de croissance différentes pour les garçons et les filles.

Courbes de croissance récentes

Au cours des 150 dernières années, chaque génération était en moyenne plus grande que la précédente (parfois jusqu'à 3 cm de plus) et cette tendance se poursuit encore dans la plupart des pays. En 1900, l'homme belge moyen mesurait 166 cm, en 2000, il mesure 181 cm!



Filles

- Courbe de croissance pour les filles **entre 0 et 1 an**:
<https://www.vub.ac.be/groeicurven/files/4-20050604-FP0-1F.pdf>
- Courbe de croissance pour les filles **entre 1 et 5 ans**:
<http://www.vub.ac.be/groeicurven/files/4-20050604-NP1-5F.pdf>
- Courbe de croissance pour les filles **entre 2 et 20 ans**:
<https://www.vub.ac.be/groeicurven/files/1-20050604-FP2-20F.pdf>

Garçons

- Courbe de croissance pour les garçons **entre 0 et 1 an**:
<http://www.vub.ac.be/groeicurven/files/4-20050604-NP0-1M.pdf>
- Courbe de croissance pour les garçons **entre 1 et 5 ans**:
<http://www.vub.ac.be/groeicurven/files/4-20050604-NP1-5M.pdf>
- Courbe de croissance pour les garçons **entre 2 et 20 ans**:
<http://www.vub.ac.be/groeicurven/files/1-20050604-NP2-20M.pdf>

Suivre la courbe de croissance

La position de la taille d'un enfant sur une courbe de croissance n'est pas la seule chose qui compte. Il est aussi important de voir comment cette position varie avec les années. Un enfant qui est grand et qui est par exemple à la 90^{ème} place dans le rang (90^{ème} percentile) et qui grandit « mal » pendant une année peut se retrouver subitement à la 40^{ème} place (40^{ème} percentile). Bien que la taille se trouve toujours dans les limites de la courbe de croissance, ce ralentissement important de croissance n'est pas normal. Il est donc très important de noter et conserver les données de croissance antérieures et de les apporter en consultation.

Avant l'âge de 2 ans, les nourrissons et les jeunes enfants « cherchent » leur percentile (recherche du canal de croissance). La taille à la naissance dépend en effet de nombreux facteurs (caractéristiques de la maman et du placenta) qui ne sont pas directement liés à l'enfant. Progressivement les capacités de croissance intrinsèques de l'enfant prévalent et autour de l'âge de 2 ans, il apparaît plus clairement quelle courbe de croissance l'enfant va suivre.

Entre 2 et 9 ans, la plupart des enfants suivent plus ou moins le même percentile.

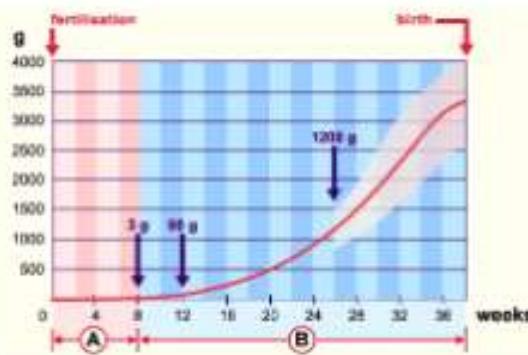
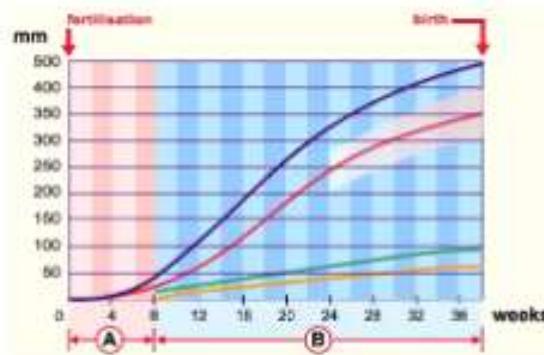
A partir de 9-10 ans, le timing de la puberté détermine fortement la croissance. La plupart des enfants qui débutent leur puberté à un âge normal vont continuer à suivre plus ou moins leur percentile. D'autres enfants, avec une puberté avancée peuvent soudainement grandir plus rapidement et se déplacer vers un percentile supérieur. Les enfants avec une puberté tardive vont grandir plus lentement que leurs camarades et se déplacer vers un percentile inférieur. Ils rattraperont leur courbe plus tard.

3. CROISSANCE PRÉNATALE

L'âge d'un embryon ou d'un fœtus est généralement exprimé en semaines de gestation. Le calcul prend comme point de départ le premier jour des dernières règles. En moyenne, il faudrait alors encore 2 semaines avant la prochaine ovulation. L'embryon ou le fœtus est donc généralement 2 semaines plus jeune que la durée de la grossesse. La durée totale d'une grossesse est de 40 semaines.

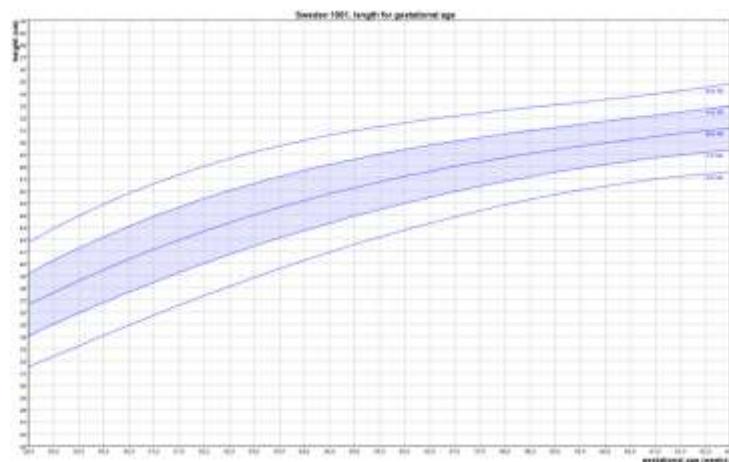
La plupart des données de taille et de poids des embryons ou des fœtus proviennent de mesures faites chez des embryons ou des fœtus expulsés lors de fausses couches ou lors d'interruptions de grossesse.

Jusqu'à 20 semaines de gestation (soit 4 mois et demi), la taille d'un embryon ou d'un fœtus est mesurée du sommet de la tête jusqu'au coccyx. Ensuite les fœtus sont mesurés de la tête aux talons. Avant 20 semaines, Les jambes du fœtus sont repliées contre le corps et sont donc difficiles à mesurer. La figure ci-dessous représente la taille en fonction de l'âge gestationnel. La ligne bleue représente la taille totale (de la tête aux talons) et la ligne rouge, la taille de la tête au coccyx (la tête plus la taille du tronc). A la naissance, la taille totale est de 50 cm et la longueur des jambes : $50-35=15$ cm. La croissance la plus rapide se produit autour de 20 semaines de gestation (2ème trimestre). A ce moment-là le fœtus grandit de 2 cm par semaine.

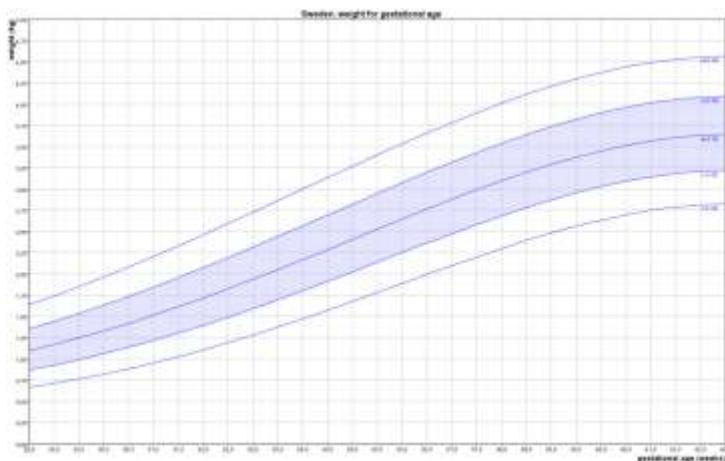


La prise de poids du fœtus suit une autre courbe. La prise de poids la plus importante a lieu durant les 2 derniers mois de la grossesse. Durant cette période, le fœtus double son poids.

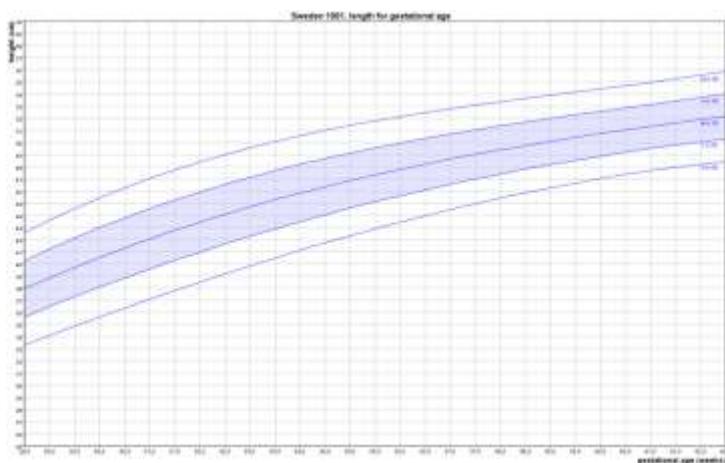
En Belgique, nous utilisons les courbes de Niklasson pour vérifier si le nouveau-né a une taille et un poids dans les normes.



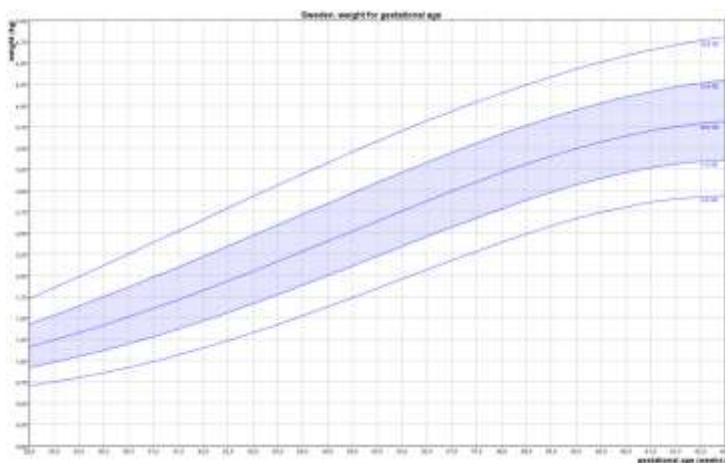
Taille à la naissance chez les filles (moyenne avec un ou deux écarts-type en-dessous et au-dessus de la moyenne) en fonction de l'âge gestationnel (Niklasson 1991).



Taille à la naissance chez les garçons (moyenne avec un ou deux écarts-type en-dessous et au-dessus de la moyenne) en fonction de l'âge gestationnel (Niklasson 1991).



Poids à la naissance chez les filles (moyenne avec un ou deux écarts-type en-dessous et au-dessus de la moyenne) en fonction de l'âge gestationnel (Niklasson 1991).

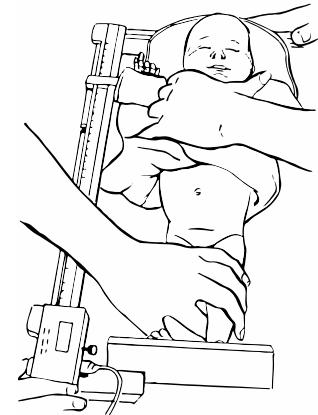


Poids à la naissance chez les garçons (moyenne avec un ou deux écarts-type en-dessous et au-dessus de la moyenne) en fonction de l'âge gestationnel (Niklasson 1991).

4. CROISSANCE POSTNATALE

Comment mesurer la taille?

Il n'est pas si facile de mesurer une taille avec précision. Entre **0 et 2 ans**, les enfants sont mesurés couchés. Deux personnes sont nécessaires pour mesurer l'enfant. La première personne tient la tête des 2 mains et contre la paroi verticale de la toise qui indique 0. Le coin externe de l'œil et le conduit auditif externe doivent se trouver autant que possible sur une ligne verticale. La deuxième personne étire doucement les jambes et glisse la partie mobile de la toise contre la plante des pieds. Il est important que non seulement les orteils mais aussi les talons touchent la planche.



Entre 2 et 3 ans, les enfants peuvent être mesurés aussi bien couchés que debout. On est cependant plus grand quand on est mesuré en position couchée que debout. C'est la raison pour laquelle les courbes de croissance montrent un petit décalage à l'âge de 2 ans. Entre 2 et 3 ans, lorsque l'on passe d'une mesure couchée à une mesure debout, on peut arriver à la conclusion que l'enfant a « rétréci » à cet âge.

A partir de l'âge de 2 ans, l'enfant est mesuré debout contre une paroi rigide (mur), sans chaussures ni chaussettes. Pour veiller à ce que l'enfant se tienne bien droit, il est important



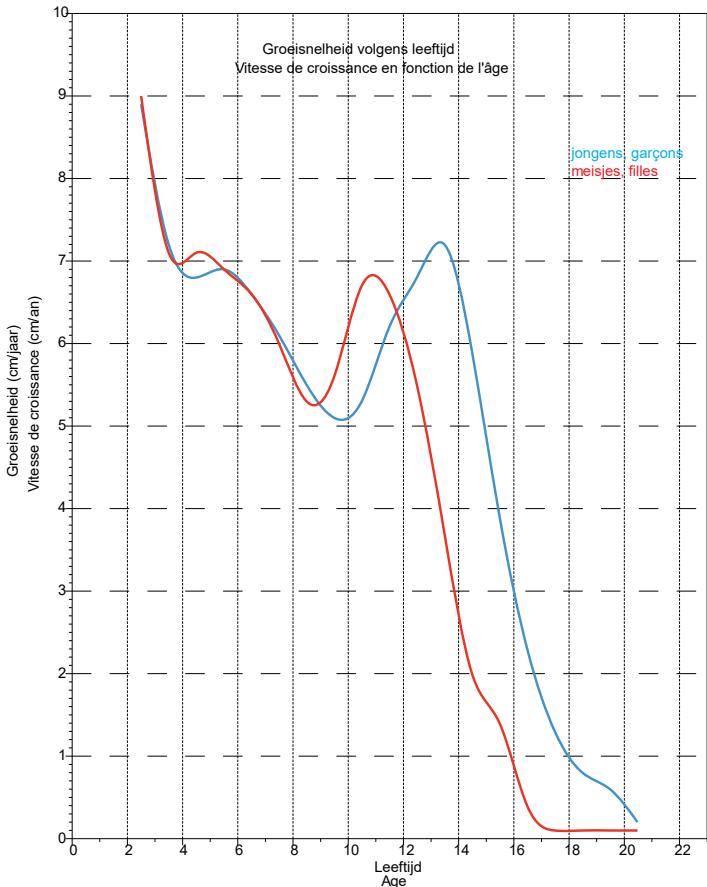
que les talons, les fesses et l'arrière de la tête touchent la paroi. Le cou est étiré en poussant légèrement en-dessous de la mâchoire inférieure et en tournant le menton vers le bas pour que le coin externe de l'œil et le conduit auditif externe soient situés autant que possible sur une ligne horizontale. La partie supérieure mobile de la toise, qui fait un angle droit avec le mur est ensuite glissée sur le sommet de la tête. Cette mesure est généralement répétée plusieurs fois.

Les médecins ont des appareils spéciaux pour mesurer la taille au millimètre près. A la maison, vous pouvez mesurer la taille de votre enfant en déposant un livre avec une couverture cartonnée ou une planche de cuisine horizontalement sur sa tête et en dessinant un petit trait au crayon sur le mur. Ensuite vous utilisez un mètre ruban métallique pour mesurer la distance entre le sol et le trait. Répétez cette mesure 3 fois et prenez la valeur moyenne.

Vitesse de croissance

Au cours des 3 premiers mois de vie, un bébé grandit de 3 cm par mois. A partir de 3 mois jusqu'à 1 an, il gagne 2 cm par mois, et entre 1 et 2 ans, encore 1 cm par mois.

Ensuite la croissance ralentit progressivement: un enfant de 8 ans ne grandit plus que d'un demi-centimètre par mois. Au début de la puberté, entre 9 et 14 ans chez les garçons et entre 8 et 13 ans chez les filles, les enfants commencent de nouveau à grandir plus rapidement, parfois jusqu'à 1 cm par mois. Pendant toute la durée de la puberté, les filles prennent environ 20 cm et les garçons un peu plus de 30 cm. A partir d'un certain âge, on ne grandit plus: chez les filles, en moyenne autour de 17 ans et chez les garçons, autour de 19 ans.



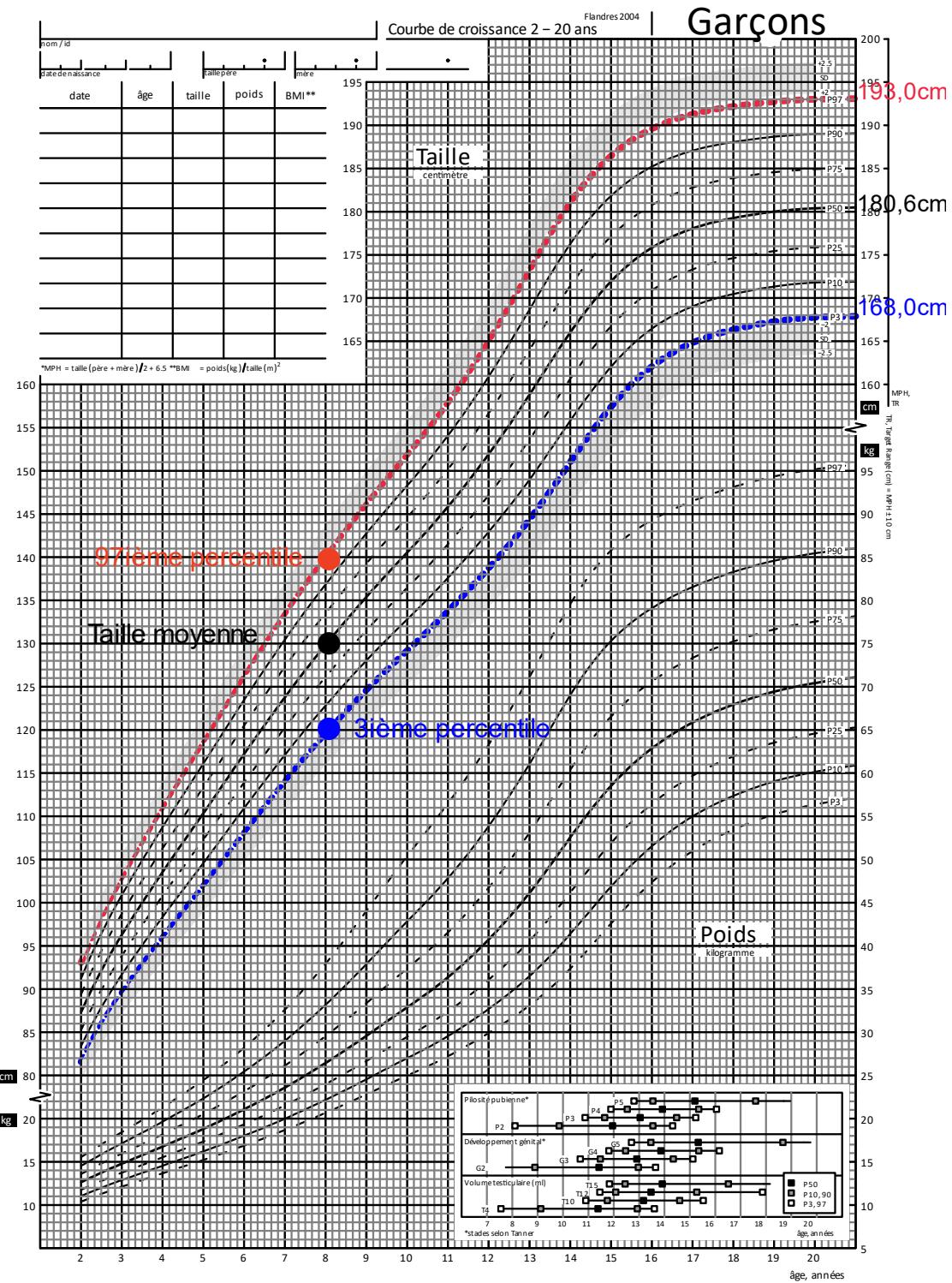
La vitesse de croissance annuelle peut être lue sur **une courbe de vitesse de croissance**. Cette courbe montre de combien de cm un enfant grandit en une année à un âge déterminé.

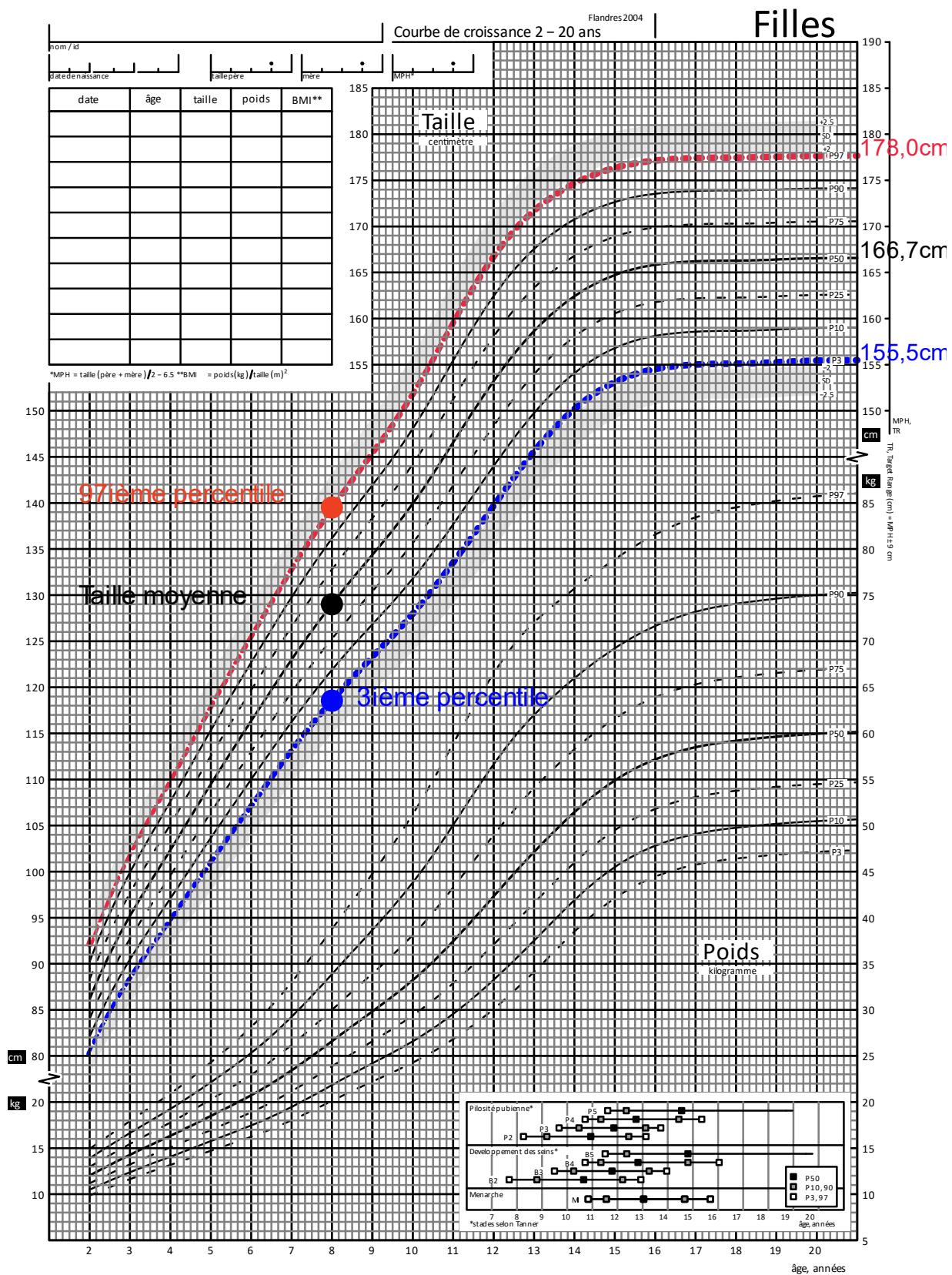
Grande et petite taille: définition

Un enfant est "grand" lorsque sa taille se situe 2 déviations standard au-dessus de la moyenne (environ le percentile 97) pour son âge et son sexe. Un enfant est petit lorsque sa taille se situe 2 déviations standard en-dessous de la moyenne (environ le 3^{ème} percentile) pour son âge et son sexe.

Ces courbes (percentile 97 en orange et percentile 3 en bleu) sont représentées sur les courbes de croissance ci-dessous. Si une fille suit la troisième percentile, elle finira avec une taille de 155 cm. La 97^{ième} percentile mène à une taille de 178.0 cm. La taille moyenne des femmes est 166.7 cm.

Les hommes adultes ont en moyenne une taille de 180.7 cm. La 3^{ème} percentile est 168.0 cm et la 97^{ème} percentile est 193 cm.





Mesure du tronc et des membres

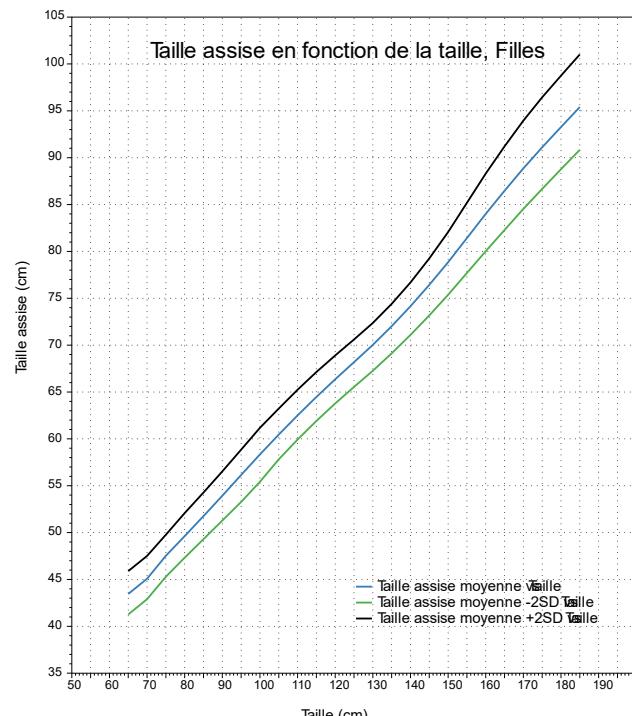
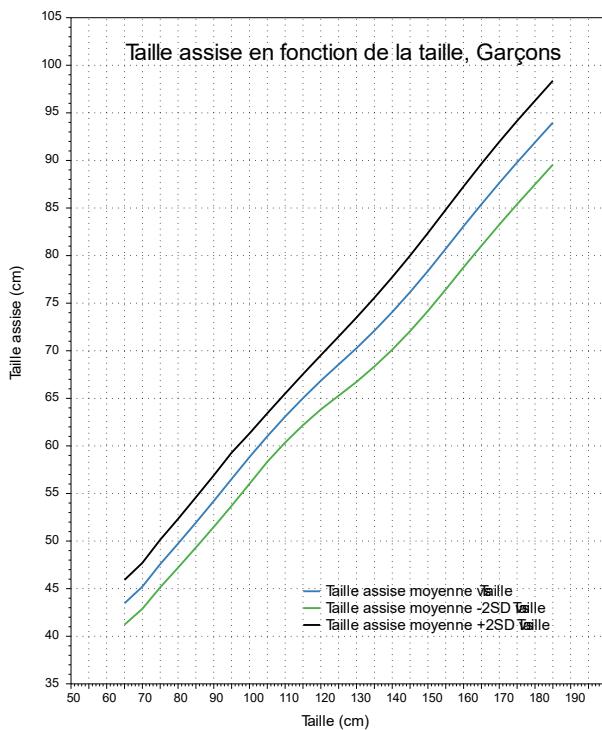
Les médecins veulent parfois non seulement mesurer la taille de l'enfant mais aussi séparément la taille des jambes ou du tronc avec la tête. Dans ce cas, les enfants sont mesurés assis sur un tabouret (**« taille assise »**). Si l'on soustrait la hauteur du tabouret de cette mesure, on obtient la taille du tronc et de la tête. Si l'on soustrait de la taille complète la taille du tronc et de la tête, on obtient la taille des membres inférieurs.

Chez les jeunes enfants, on peut mesurer la “taille assise” en faisant glisser la toise jusqu’aux fesses au lieu des talons.



Chez les nouveau-nés, la longueur des membres inférieurs est environ le tiers de la taille totale; chez les adultes, environ la moitié. Des problèmes dans les cartilages de croissance des os longs auront surtout des répercussions sur la taille des membres inférieurs (ou des membres supérieurs). Les membres inférieurs paraissent plutôt courts, le rapport entre le haut du corps et les membres inférieurs est anormal.

Il existe aussi des courbes qui mettent en relation la longueur des membres inférieurs et la taille totale.



Les os grandissent au niveau du cartilage de croissance (ou cartilage de conjugaison)

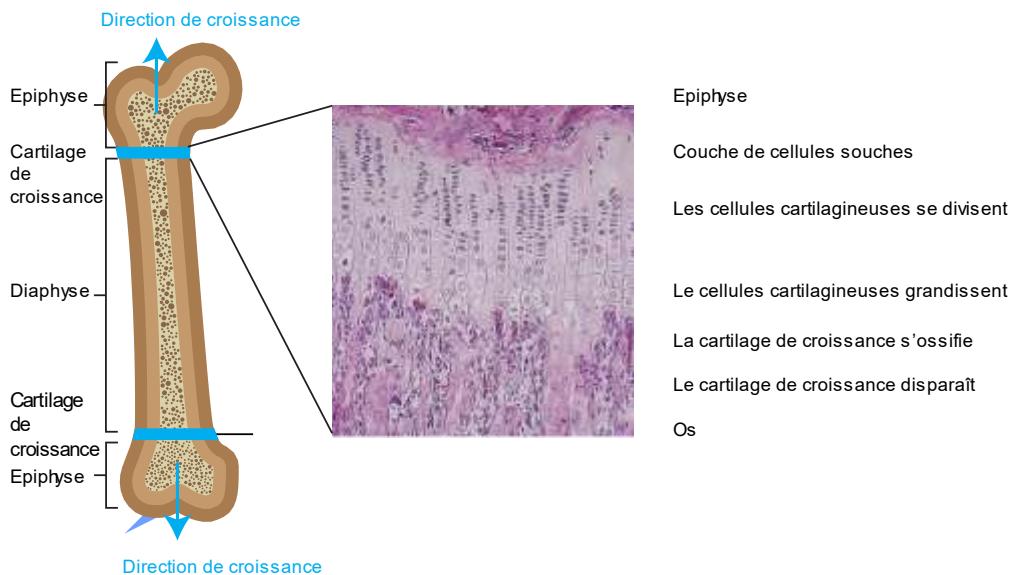


Un os grandit en longueur en fabriquant des cellules cartilagineuses dans les cartilages de croissance. Presque tous les os longs ont 2 cartilages de croissance. Les cartilages de croissance se voient très bien sur une scintigraphie osseuse parce qu'ils sont très actifs. Sur une radiographie, ils apparaissent comme une bande sombre parce que le cartilage de croissance retient moins les rayons. C'est comme si l'os était "cassé" à cet endroit.



Les cartilages de croissance sont constitués de plusieurs couches: une couche de cellules souches (couche germinative), une couche de cellules en division (couche de prolifération), une couche de cellules en croissance (couche hypertrophique) et une couche où les cellules cartilagineuses meurent et sont remplacées par des cellules osseuses (couche dégénérative). Au cours de l'enfance et à l'adolescence, de plus en plus d'os est généré dans la partie centrale de l'os et le cartilage de croissance se déplace vers les extrémités. A la fin de la puberté, de moins en moins de cellules cartilagineuses sont produites et les cellules cartilagineuses sont remplacées par des cellules osseuses. Le cartilage de croissance devient de plus en plus mince et finit par disparaître.

En fonction de l'âge, les os vont constamment changer de forme et l'on peut suivre ce développement sur une radiographie. Ce développement est exprimé de manière chiffrée : l'âge osseux.



Facteurs qui influencent la croissance

La croissance est le résultat de l'interaction de 3 facteurs: l'hérédité, la nutrition/le métabolisme et les hormones. La vitesse de croissance est un bon baromètre de l'état de santé de l'enfant. Des maladies chroniques du foie, du cœur, des reins, des poumons et d'autres organes ont souvent un impact sur la croissance.

En ce qui concerne la **nutrition**, il n'y a pas que les calories qui comptent mais également un apport suffisant en protéines, acides gras, minéraux (comme le calcium, le phosphore et le zinc) et vitamines (comme la vitamine D).

L'importance de **l'hérédité** est illustrée par l'influence de la taille des parents sur la taille de l'enfant et aussi par le fait que des jumeaux identiques ont la même taille à un ou deux cm près.

Lorsque l'on connaît la taille des deux parents, on peut plus ou moins estimer quelle sera la taille adulte de leurs enfants. C'est ce que l'on appelle la taille cible. Il existe différentes formules pour la calculer. La manière la plus simple est de prendre la moyenne de la taille de la mère et du père avec une correction pour le sexe. Il y a 13 cm de différence entre

les hommes et les femmes. Pour les filles, il faut donc soustraire 13 cm de la taille du père. Pour les garçons il faut ajouter 13 cm à la taille de la mère.

Taille cible des filles= (taille du père-13 + taille de la mère)/2

Taille cible des garçons: (taille du père + taille de la mère+13)/2

Tous les enfants de mêmes parents n'atteignent pas la même taille. Il y a une dispersion autour de cette taille cible de 8.5 cm vers le bas et 8.5 cm vers le haut. Concrètement cela veut dire que si 2 parents avaient 100 filles, 95% de ces filles auraient une taille comprise entre la taille cible plus ou moins 8.5 cm.

Un exemple pour illustrer ceci: Si la maman mesure 168 cm et le papa 178 cm, alors la taille cible pour un garçon est: $(168 + 13 + 178)/2 = 179,5$ cm. En tenant compte d'une dispersion de 8.5 cm, cela veut dire entre 171 et 188 cm.

De nombreuses **hormones** ont un effet sur la croissance comme l'hormone de croissance bien sûr, mais aussi, les hormones thyroïdiennes, le cortisol, l'insuline et les hormones sexuelles masculines et féminines. Leur rôle est expliqué dans un autre chapitre.

La croissance rapide pendant **la première année de vie** est surtout liée à la nutrition et aux hormones thyroïdiennes. Par la suite, l'hormone de croissance joue un rôle important. La poussée de croissance pendant la puberté dépend principalement de l'augmentation des hormones sexuelles (hormones masculines et féminines) qui a leur tour stimulent l'augmentation de l'hormone de croissance. Lorsque la concentration d'hormones sexuelles féminines dépasse un certain seuil, de plus en plus de cellules cartilagineuses sont remplacées par des cellules osseuses et ceci jusqu'à ce que le cartilage de croissance disparaisse. La partie centrale et les extrémités de l'os sont alors soudées et l'os ne peut plus croître en longueur.

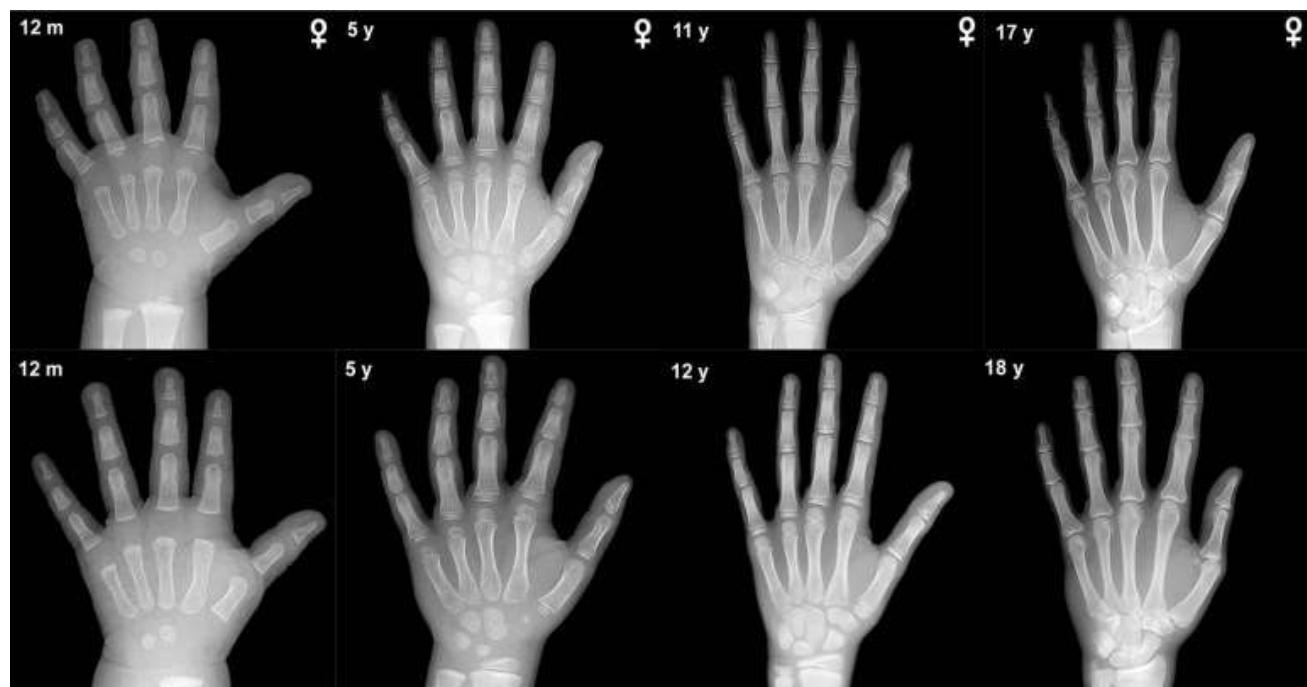
Qu'entend-on par âge osseux?

Chez un enfant, en plus de l'âge chronologique, on peut évaluer « l'âge osseux ». Cet âge reflète la maturation du squelette ou la maturation osseuse. L'âge osseux est généralement lu sur une radiographie de la main. Il est jeune lorsqu'il y a encore beaucoup de cartilage de croissance dans les différents os. Dès que les cartilages de croissance ont disparu, l'os ne peut plus grandir. Lorsqu'on voit sur la radio de la main que le cartilage de croissance

a disparu au niveau des os de la main et du poignet, la personne a fini de grandir. Il/elle a atteint sa taille adulte. Cela arrive chez les filles à un âge osseux de 17 ans et chez les garçons à un âge osseux de 19 ans.

“L’âge osseux” peut être (très) différent de l’âge chronologique. La croissance, le développement des dents et le développement pubertaire suivent l’âge osseux. Ceci a des implications importantes pour la taille de l’enfant. La taille d’un garçon de 10 ans qui a un âge osseux de 8 ans doit en réalité être comparée à la taille d’un enfant de 8 ans. Il va en effet grandir 2 ans de plus qu’un enfant avec un âge osseux de 10 ans. Le développement pubertaire doit aussi toujours être évalué sur base de l’âge osseux et non de l’âge chronologique.

En pratique, pour déterminer un âge osseux, on prend une radiographie de la main non dominante (généralement la main gauche). Celle-ci est comparée à une série de radiographies standard dont l’âge osseux est connu. Ces radiographies sont rassemblées dans le célèbre atlas des Messieurs Greulich et Pyle.



Compilation de radiographies de mains d’enfants d’âges différents. Celles des filles se trouvent sur la rangée du haut, celles des garçons en bas. Notez que chez les filles, le développement des os se fait plus rapidement que chez les garçons. Ceci provient du fait que les hormones féminines jouent un rôle important. Les filles s’arrêteront aussi plus rapidement de grandir.

Prédire la taille à l'âge adulte

Lorsque l'on connaît l'âge osseux d'un enfant, on peut, avec une certaine marge d'erreur, prédire sa taille adulte. Les tables de Bayley et Pinneau donnent pour chaque âge osseux le pourcentage de taille adulte qui est déjà atteint. Comme cela est exprimé en pourcentage, le fait d'avoir une petite taille (normale) ou une grande taille (normale) n'a pas d'importance.

Par exemple, un garçon avec un âge osseux de 11 ans a atteint 80,4% de sa taille adulte. S'il a une taille de 148 cm aujourd'hui, sa prédiction de taille adulte est calculée ainsi : $148/0.804 = 184 \text{ cm}$

Le tableau ci-dessous donne un bref aperçu de ces tables. Les tables originales sont beaucoup plus détaillées et font également une distinction entre les enfants qui ont un âge osseux qui correspond à l'âge chronologique et les enfants dont l'âge osseux est plus jeune ou plus vieux que leur âge chronologique.

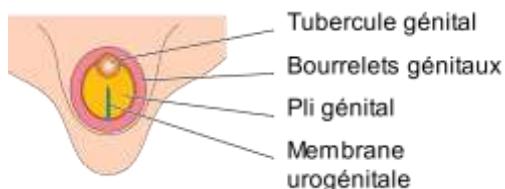
Sur le tableau vous pouvez voir que les filles avec un âge osseux de 13 ans ont déjà atteint 97,4% de leur taille adulte. Ceci est aussi l'âge moyen auquel les premières règles surviennent. D'où la sagesse populaire qui dit que les filles ne grandissent pratiquement plus lorsque les premières règles surviennent.

Op de tabel kan je aflezen dat meisjes met een skeletleeftijd van 13.5 jaar al 97.4 % van hun lengte als volwassene bereikt hebben. Dit is ook de skeletleeftijd waarop gemiddeld de eerste maandstonden verschijnen. Vandaar de volkswijsheid dat meisjes (bijna) niet meer groeien als de maandstonden verschijnen.

	Age osseux (ans)	% de la taille adulte garçons	% de la taille adulte filles
	6		72.0
	7	69.5	75.7
	8	72.3	79.0
	9	75.2	82.7
	10	78.4	86.2
Début de puberté filles	10.5	79.5	88.4
	11	80.4	90.6
	11.5	81.8	91.4
Début de puberté garçons	12	83.4	92.2
	12.5	85.3	94.1
	13	87.6	95.8
Premières règles (ménarche)	13.5	90.2	97.4
	14	92.7	98.0
	14.5	94.8	98.6
	15	96.8	99.0
	15.5	97.6	99.3
	16	98.2	99.6
	16.5	98.7	99.7
	17	99.1	99.9
	17.5	99.4	100.0
	18	99.6	
	18.5	100.0	

5. LE DÉVELOPPEMENT DES ORGANES GÉNITAUX.

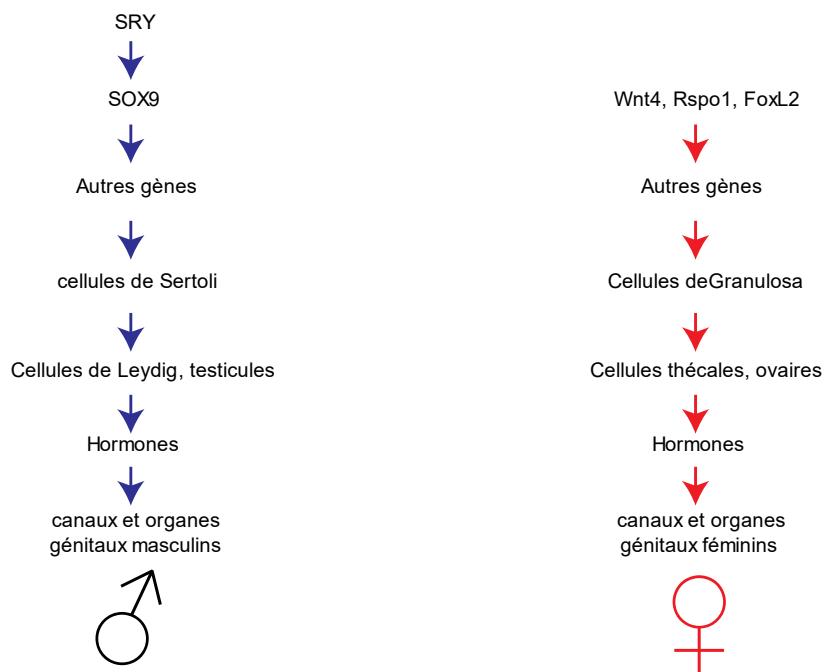
Le développement des organes génitaux internes et externes est un système complexe qui se déroule par étapes. Il est influencé par **les chromosomes, les gènes et les hormones**.



La première étape importante est la présence ou l'absence d'un chromosome Y. Les garçons ont généralement un chromosome X et un chromosome Y alors que les filles ont généralement 2 chromosomes X. Les chromosomes sont hérités du spermatozoïde du père et de l'ovule de la mère.

Au cours des 6 premières semaines après la conception, il n'y a pas de différence visible entre les embryons masculins et féminins. Les glandes sexuelles ou gonades indifférenciées internes peuvent se développer aussi bien en testicules qu'en ovaires. Les organes génitaux externes sont également semblables dans les 2 sexes. Ils se composent d'un petit bourgeon sous lequel il y a une petite ouverture.

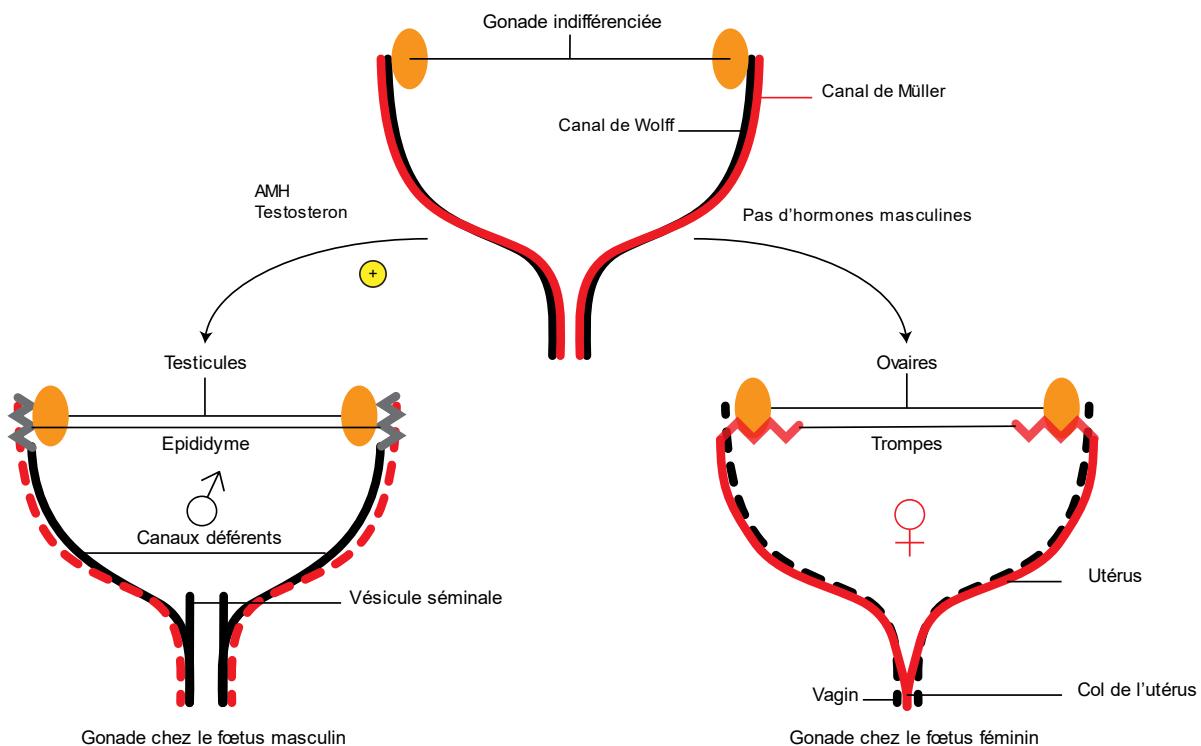
Entre la 6^{ème} et la 8^{ème} semaine de gestation, les organes sexuels vont se développer différemment chez le fœtus masculin et féminin.



Développement des organes de reproduction masculins

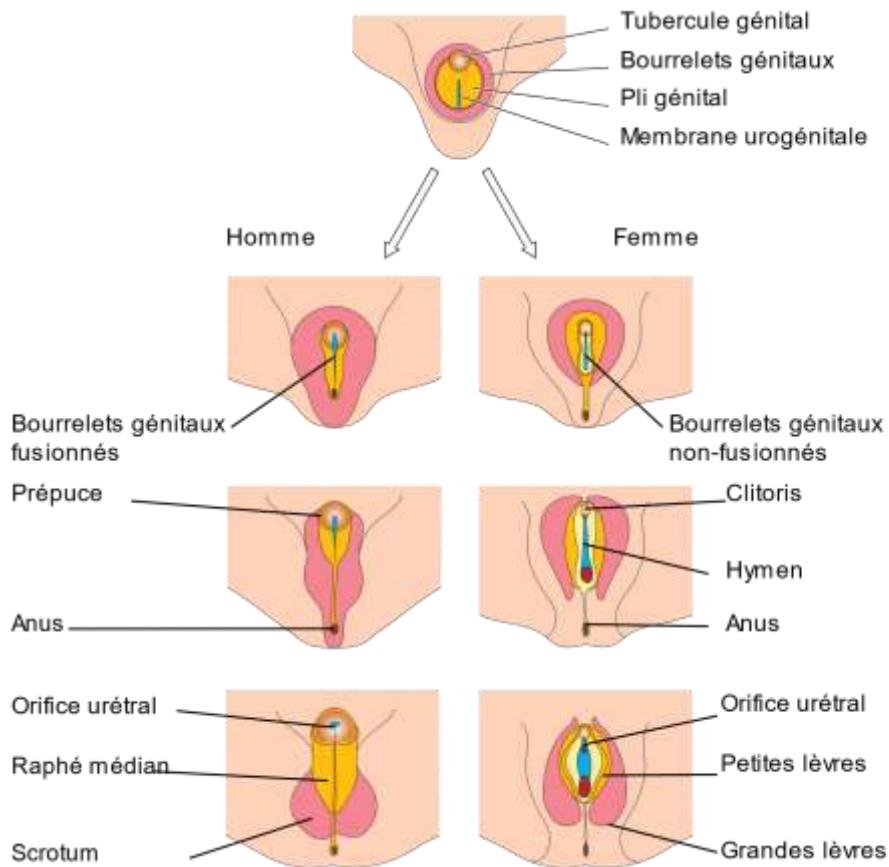
Sur le chromosome Y il y a un gène « SRY » qui fait en sorte que la gonade primitive se développe en testicule. Lorsque ce gène est absent, ce développement n'a pas lieu ou est interrompu. Le gène SRY sur le chromosome Y active toute une série d'autres gènes suivant une sorte de « domino cascade ». Le plus important d'entre eux est le « SOX 9 ». Ce gène provoque l'apparition dans la gonade indifférenciée d'un type de cellules que l'on ne rencontre que dans le testicule: «**les cellules de Sertoli**». Ces cellules vont libérer toute une série d'hormones et de substances qui vont assurer que 4 processus importants se produisent:

1. Formation de toutes les structures du testicule tels que les tubes séminifères
2. Disparition chez un foetus masculin des précurseurs des trompes et de l'utérus (« les canaux de Müller ») grâce à l'action de l'AMH produite par les cellules de Sertoli(=Anti Mullerian Hormone)
3. Les «canaux de Wolff» vont se transformer en epididymes, canaux déférents.
4. Développement des cellules qui produisent les hormones masculines (les cellules de Leydig).



L'hormone masculine, la testostérone et son dérivé, la dihydrotestostérone, assure que le tubercule génital se développe en pénis. Pendant ce processus, une partie de la peau est enroulée en un tube qui va former l'urètre. Ce tube est formé de bas en haut de sorte que l'ouverture débouche à l'extrémité du pénis. Si ce processus se fait de manière incomplète, l'ouverture de l'urètre se situe à mi-chemin ou même en dessous du pénis, et entraîne une malformation que l'on appelle « *hypospadias* ».

Les 2 plis génitaux vont se développer sous l'influence de la testostérone et fusionner sur la ligne médiane pour former les bourses (scrotum). Plus tard, les testicules vont descendre dans les bourses.



Développement des organes génitaux féminins

Lorsque 2 chromosomes X sont présents et que tous les gènes nécessaires au développement des ovaires travaillent correctement, la gonade primitive va se développer en ovaire. Ce ne sont pas des cellules de Sertoli mais des cellules de la granulosa qui vont apparaître. Ces cellules vont produire des substances qui vont permettre aux ovocytes de se développer. A cause de l'absence de l'AMH, les canaux de Müller peuvent se développer en ovaires et utérus. Les ovaires ne produisent pas d'hormones masculines de sorte que les précurseurs des canaux déférents et de la prostate, que l'on appelle les « canaux de Wolff » vont disparaître.

Les organes génitaux externes changent relativement peu suite à l'absence d'hormone masculine. Le bourgeon génital ne se développe que peu et forme le clitoris. Les plis génitaux forment les lèvres (voir dessin).

6. LA PUBERTÉ CHEZ LES GARÇONS

La puberté est une période de la vie au cours de laquelle une personne acquiert la capacité de se reproduire. Chez les garçons elle est caractérisée par une accélération de la croissance et la maturation des testicules, le développement des caractères sexuels et les changements de comportement.

Chez les garçons, la puberté commence en Belgique en moyenne à l'âge de 11,5 ans mais il existe une grande variabilité. La puberté peut commencer **entre 9 et 14 ans**. Lorsqu'elle commence avant l'âge de 9 ans, on parle de puberté précoce (pubertas praecox). Lorsque le volume testiculaire à l'âge de 14 ans est encore inférieur à 4 ml, on parle de puberté tardive (pubertas tarda).

La puberté commence lorsque l'hypothalamus se met à sécréter de la LHRH (ou GnRH), surtout pendant la nuit. La LHRH va stimuler la libération nocturne de LH, FSH (sécrétées par l'hypophyse) et testostérone (sécrétée par le testicule). Plus tard, les pics de LH seront également présents pendant la journée. En pratique, on détermine que la puberté a débuté chez les garçons lorsque **le volume des testicules a atteint 4 ml**. Il n'est pas facile de le déterminer soi-même. Pour mesurer le volume des testicules, les médecins utilisent un « orchidomètre ». Il s'agit d'un collier de perles ovoïdes de volumes différents avec lesquelles on compare les testicules du garçon.



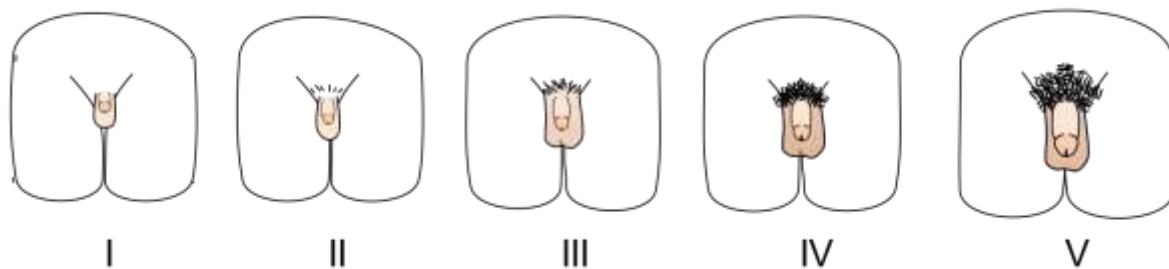
Orchidomètre avec des perles de différents volumes. Les perles bleues ont un volume inférieur à 4 ml comparable avec le volume testiculaire des garçons avant le début de la puberté. La perle de 4 ml indique le début de la puberté. La plupart des hommes adultes ont un volume testiculaire entre 15 et 25 ml.

L'augmentation du volume des testicules est due essentiellement au développement des **tubes séminifères** responsables de la formation des spermatozoïdes. Les premiers spermatozoïdes dans la miction du matin apparaissent à un âge moyen de 13-14 ans, donc à un stade précoce du développement pubertaire.

Suite à l'augmentation des taux de testostérone, un certain nombre de changements corporels vont se produire. Le pénis devient plus large et plus long et le contour du gland est plus visible. Le scrotum devient plus fin, plus grand et plus rouge. Le volume testiculaire continue à augmenter. Des poils apparaissent au-dessus du pénis et sur le scrotum. La pilosité augmente sur le pubis et s'étend vers le nombril et les plis inguinaux. Ces changements pubertaires sont décrits par les **stades de Tanner**: Les stades G (développement génital) de G1 à G5 et les stades P (pilosité pubienne).

stade	description
P1	Prépubère
P2	Quelques poils légèrement pigmentés à la base du pénis
P3	Les poils deviennent plus épais et plus foncés et s'étendent vers le haut
P4	Aspect en triangle renversé ne s'étendant pas vers le nombril ni vers les cuisses
P5	Pilosité adulte s'étendant vers le nombril et les cuisses.
P6	Pilosité s'étendant davantage sur la ligne médiane vers le nombril

stade	description
G1	prépubère
G2	volume testiculaire de 4 ml ou plus - le scrotum devient plus grand, plus fin et plus rouge
G3	le pénis grandit surtout en longueur - le volume testiculaire augmente
G4	le pénis a grandi en longueur et en largeur - le gland est fortement développé - le volume testiculaire a augmenté
G5	aspect adulte - volume testiculaire de minimum 12 ml



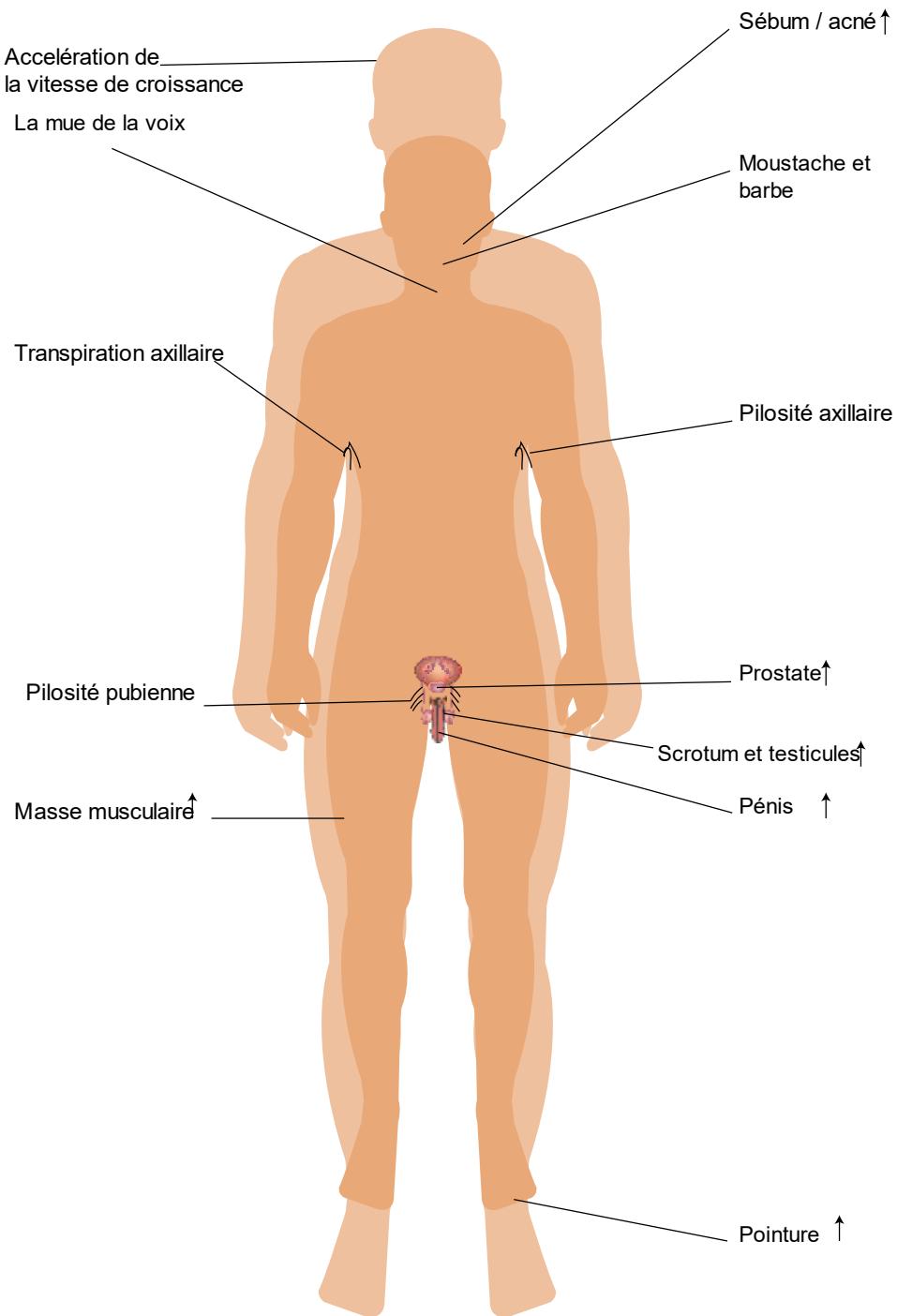
Des **poils apparaissent sous les aisselles** et plus tard aussi sur la poitrine, les jambes, le menton et la lèvre supérieure. Les **glandes sudoripares** se développent sous les aisselles entraînant l'apparition d'une odeur de transpiration masculine. Les glandes sébacées sont aussi stimulées par la testostérone. Il en résulte une peau grasse. Les glandes sébacées peuvent s'enflammer et s'infecter causant des boutons d'acné.

La pomme d'Adam grandit et les cordes vocales s'allongent entraînant une voix plus grave (ce changement de timbre de voix est appelé « mue »)

La testostérone (de manière directe et après transformation en oestrogènes) stimule également la production d'hormone de croissance qui entraîne **une accélération de la vitesse de croissance** qui se manifeste 6 à 9 mois après le début de la puberté. Pendant les 2 premières années de cette poussée de croissance pubertaire, les garçons vont grandir entre 8 et 14 cm par an. Ensuite, la vitesse de croissance va diminuer progressivement et la plupart des garçons ont terminé leur croissance autour de l'âge de 18 ans. Au total, entre le début de la puberté et la fin de la croissance, la taille s'accroît en moyenne de 28 cm si la puberté débute à 12 ans. La poussée de croissance est plus grande quand la puberté commence plus tôt. Les garçons chez qui la puberté commence à 14 ans ont une poussée de croissance de 22 à 24 cm.

L'accélération de la vitesse de croissance commence d'abord au niveau des mains et des pieds de sorte que la pointure peut parfois augmenter de 5 à 7 tailles en 2-3 ans. Les premières années, les jambes et les bras grandissent plus vite que le tronc. Vers la fin de la puberté, les épaules et la poitrine se développent aussi en largeur.

La testostérone et ses dérivés ont aussi un effet sur le cerveau. Pendant la puberté de nombreuses modifications apparaissent dans **le cerveau** qui font que les émotions et les impulsions sont moins inhibées.

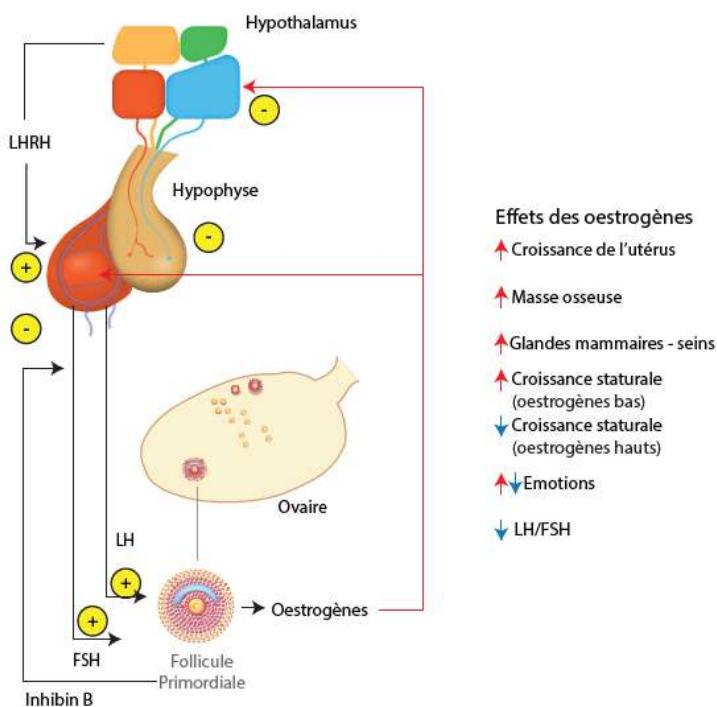


7. LA PUBERTÉ CHEZ LES FILLES

La puberté est une phase de la vie durant laquelle une personne acquiert la capacité de se reproduire. Au cours de cette phase de nombreux changements surviennent chez les filles: croissance et maturation des ovaires et de l'utérus, le développement des caractères sexuels féminins, accélération de la croissance et changements de comportement. Par définition, la puberté commence lorsque le tissu des glandes mammaires commence à se développer.

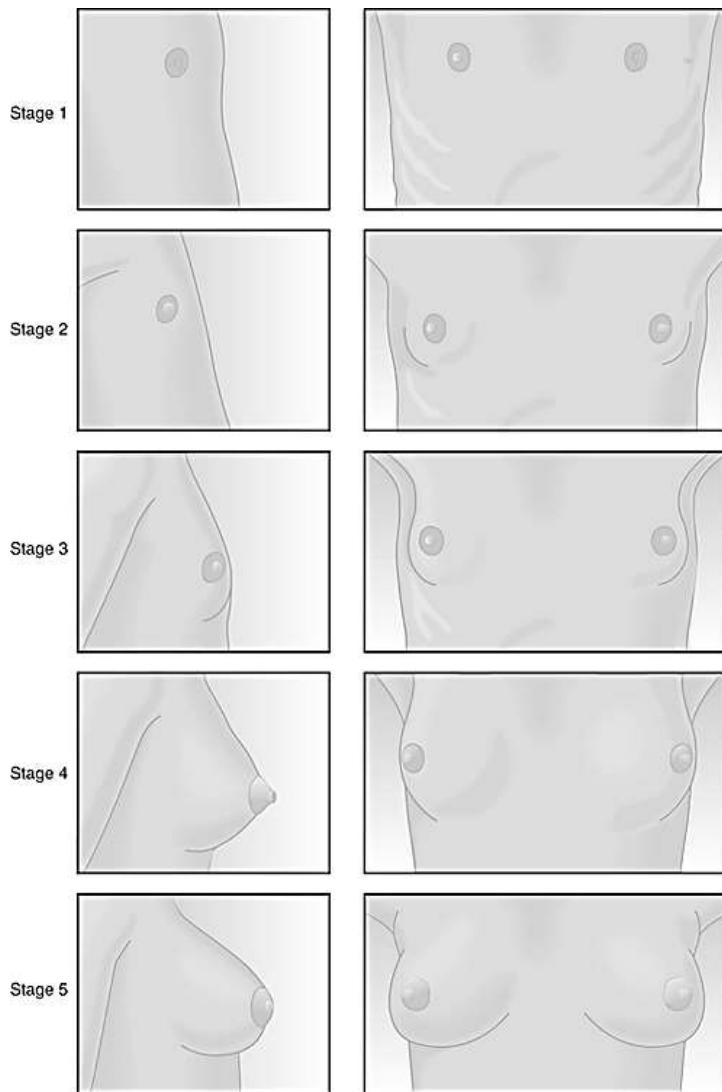
Cela survient, en Belgique en moyenne à l'âge de 10,5 ans, mais il existe une très grande variation allant de 8 à 13 ans. Lorsque la puberté débute avant l'âge de 8 ans, on parle de puberté précoce. Lorsqu'il n'y a pas encore de développement des seins à l'âge de 13 ans, on parle de puberté tardive.

La puberté débute lorsque des substances libérées dans le cerveau provoquent des pics de LHRH dans l'hypothalamus la nuit. Cela entraîne aussi des pics nocturnes de LH et FSH. Ces pics entraînent la croissance des ovaires, passant d'un volume d'environ 1 ml à 20 ml et ceux-ci produiront plus d'hormones sexuelles (féminines et aussi un peu d'hormones masculines).



Les hormones féminines (oestrogènes) entraînent le développement du tissu glandulaire des seins. Le développement des seins est décrit en stades de Tanner: les stades M (mama) ou B (breast en anglais) M1 à M5.

Stade	Description
M1	prépubère
M2	tissu glandulaire palpable - le mamelon se soulève légèrement
M3	le sein grandit - le mamelon et le contour du sein se situent sur un même plan
M4	le mamelon et l'aréole mammaire forment une deuxième surélévation sur la poitrine
M5	sein de type adulte



Les hormones féminines sont également responsables d'une augmentation (de 10 à 20 fois) du volume de l'utérus et d'un épaississement de la muqueuse de l'utérus avec un changement de couleur passant du rouge vers le rose clair.

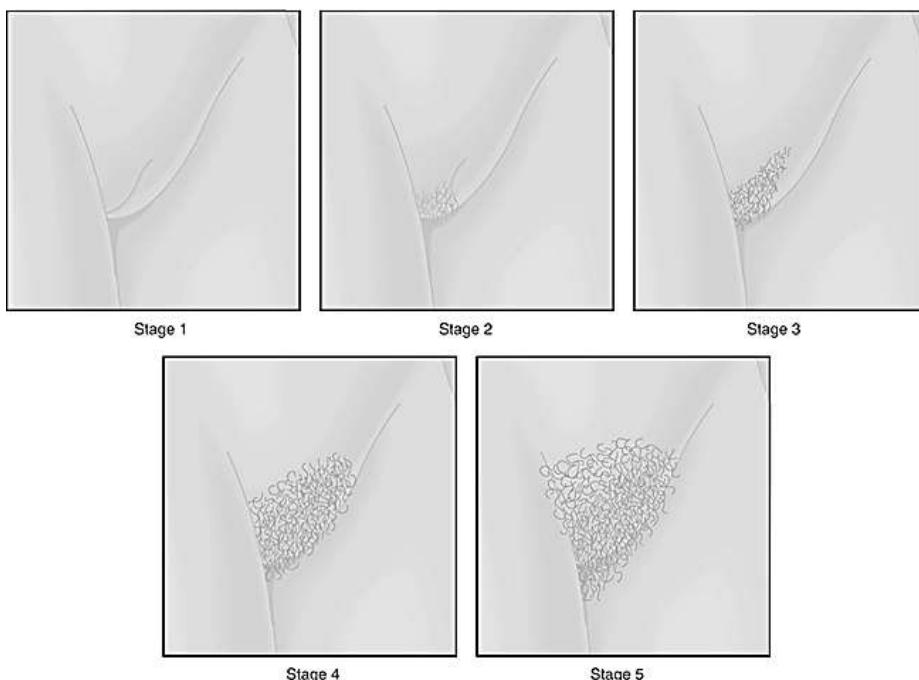
Les œstrogènes stimulent aussi la production de l'hormone de croissance, ce qui entraîne une accélération de la croissance qui s'observe immédiatement en début de puberté. Au cours des 2 premières années de cette poussée de croissance, les filles grandissent de 6 à 10 cm/an. Ensuite, la vitesse de croissance diminue progressivement et la plupart des filles ont fini de grandir vers l'âge de 16 ans. Le gain de taille total entre le début de la puberté et la taille adulte est d'environ 18 cm quand la puberté débute vers 10-11 ans. La poussée de croissance est plus importante quand la puberté commence plus tôt et moins importante quand elle commence plus tard (par exemple à 13 ans).

Au début, la croissance est clairement visible au niveau des mains et des pieds de sorte que la pointure augmente de 5 tailles en 2-3 ans. Les premières années, les jambes et les bras grandissent plus vite que le tronc mais dans la seconde moitié de la poussée de croissance pubertaire, ceci est à nouveau compensé. Chez les femmes adultes, la longueur des jambes représente en moyenne 52% de la taille.

Les œstrogènes stimulent également la production de tissu osseux jusqu'à l'âge d'environ 25 ans. Pour atteindre un développement osseux maximal, il est important de prendre suffisamment de calcium (min 1200 mg / jour) et de vitamine D pendant cette période. Les femmes perdent beaucoup d'os après la ménopause en raison d'un manque d'œstrogènes (ce qui conduit parfois à l'ostéoporose), c'est la raison pour laquelle il est important de construire autant d'os que possible à un jeune âge.

Les hormones masculines qui sont produites par les ovaires, stimulent la croissance des poils dans la région du pubis. La progression de cette pilosité est aussi classée en stades de Tanner : P (pilosité pubienne) stades 1 à 5.

Stade	Description
P1	prépubère
P2	quelques poils légèrement pigmentés sur les grandes lèvres
P3	poils plus épais et plus foncés qui s'étendent vers la haut
P4	triangle inversé mais moins étendu qu'au stade adulte
P5	stade adulte



Les hormones masculines stimulent également la croissance des poils et des glandes sudoripares sous les aisselles. Cela fait que les filles ont aussi une odeur de sueur sous les aisselles. La stimulation des glandes sébacées rend la peau plus grasse et peut provoquer de l'acné (boutons).

Les cordes vocales des filles s'allongent et la voix devient légèrement plus grave, mais cela passe souvent inaperçu.

Les hormones sexuelles ont également un effet sur le cerveau. Pendant la puberté, de nombreux «changements» se produisent dans le cerveau de sorte que les émotions et les impulsions sont moins inhibées.

Quelques années après le début de la puberté, les ovaires commencent également à produire une troisième famille d'hormones : la progestérone.

Lorsque les œstrogènes et la progestérone sont produits en pics, le premier saignement menstruel se produit: c'est la ménarche. Elle survient généralement vers l'âge de 13 ans, 2-3 ans après le début de la puberté. L'âge osseux est alors de 13 à 14 ans et la croissance est presque terminée. La plupart des filles grandissent encore de 2 à 5 cm après les premières règles.

Au cours des premières années après la ménarche, les saignements sont souvent irréguliers tant au niveau du timing qu'au niveau des pertes de sang.

