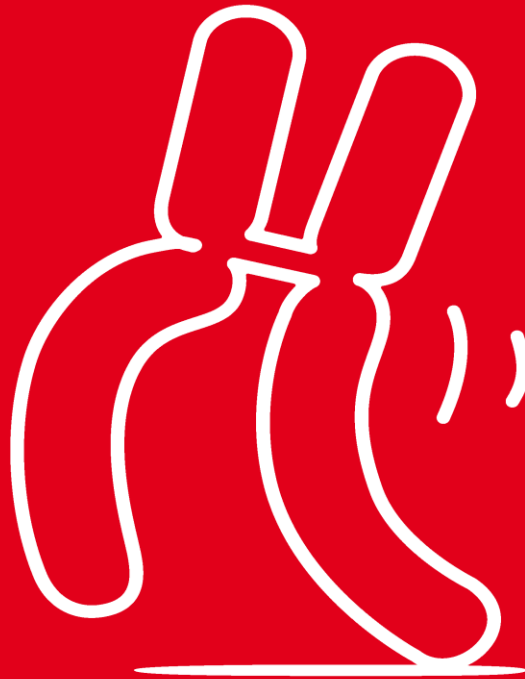


# CHRO MOSOME WALK.CH



ETH ZÜRICH | SIB | UNIVERSITÄT ZÜRICH | OF BIOPHYSIKS | ETH ZÜRICH

[www.chromosomewalk.ch](http://www.chromosomewalk.ch)

## Dossier pédagogique

Communication scientifique

SIB Institut Suisse de Bioinformatique

[sp-com@isb-sib.ch](mailto:sp-com@isb-sib.ch)

Flyer de l'exposition - [pdf](#)

## Qu'est-ce que [www.chromosomewalk.ch](http://www.chromosomewalk.ch) ?

[www.chromosomewalk.ch](http://www.chromosomewalk.ch), au fil du génome humain, est une exposition virtuelle interactive et ludique, qui s'adresse à tous les curieux de 9 à 99 ans.

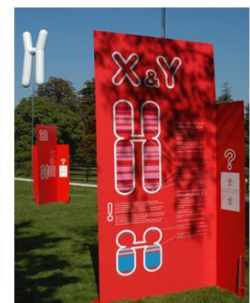
[www.chromosomewalk.ch](http://www.chromosomewalk.ch) permet de (re)découvrir, de chromosome en chromosome, le monde des gènes, des protéines et de la bioinformatique. La bioinformatique est une discipline qui s'appuie sur des outils informatiques pour stocker, analyser et visualiser des données biologiques ([plus d'info](#)).

Remarque : tous les liens de ce document renvoient vers [www.chromosomewalk.ch](http://www.chromosomewalk.ch)

[www.chromosomewalk.ch](http://www.chromosomewalk.ch), c'est...

- des histoires simples pour mieux comprendre les découvertes scientifiques récentes ([exemple](#))
- un glossaire ([liste de mots](#) ou interactif)
- des quiz ([facile](#) et [expert](#))
- des liens vers des articles de vulgarisation scientifique ([exemple](#))
- de liens vers des ressources bioinformatiques utilisées par les chercheurs ([exemple](#))
- un outil de recherche simple et efficace ([exemple 'hémophilie'](#))

[www.chromosomewalk.ch](http://www.chromosomewalk.ch) est la suite d'une exposition en plein air qui avait eu lieu à Genève, Lausanne, Neuchâtel et Divonne entre 2008 et 2010 ([quelques photos souvenir](#)).



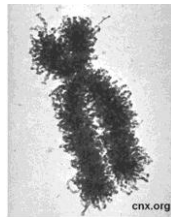
## Quelques notions de biologie et quelques chiffres

Tout être vivant est composé de **cellules** comme une maison est faite de briques. La cellule constitue l'unité de base de tout organisme, des bactéries aux êtres humains en passant par les plantes et les champignons.

Chaque être humain est composé de quelque 100'000 milliards de cellules. Issues de la fécondation d'un ovule par un spermatozoïde, toutes nos cellules à l'exception des cellules sexuelles contiennent 23 paires de chromosomes – 23 chromosomes provenant de notre mère et 23 de notre père ([liste des chromosomes](#)).

Un **chromosome** peut être comparé à une pelote plus ou moins compacte dont le fil est l'ADN. Nous possédons environ 2 m d'ADN dans chacune de nos cellules, répartis entre nos 2 x 23 chromosomes. Un ovule contient 1 m d'ADN, tout comme un spermatozoïde ! Notre corps contiendrait environ 1.3 kg d'ADN.

Au moment de la division cellulaire, les chromosomes sont sous leur forme la plus compactée. Ils sont alors visibles au microscope soit sous forme de bâtonnets, soit sous forme de double bâtonnets en 'X' lorsque l'ADN est dupliqué.



Grâce à des colorants spécifiques, des bandes sombres et claires alternées apparaissent sur chaque chromosome. La topographie de ces **bandes chromosomiques** est caractéristique d'un chromosome (en plus de sa taille) et permet de l'identifier ([les chromosomes humains sur le site Ensembl](#) / [caryotype fille et caryotype garçon / chromosome 1](#)).

L'**ADN** est une succession de nucléotides liés les uns aux autres par des liaisons chimiques. Il existe quatre nucléotides différents - l'adénine, la cytosine, la guanine et la thymine - symbolisés respectivement par les lettres A, C, G et T. L'ordre des nucléotides dans l'enchaînement est très précis : il est le support de l'**information génétique**.

L'ADN d'une cellule contient 3 milliards de nucléotides (x2) répartis sur les 23 chromosomes (x2). C'est ce qui constitue notre identité biologique et le patrimoine génétique que nous transmettons à nos enfants, c'est-à-dire notre **génom**e ([plus d'info](#)).

Dans ce 'texte' de 3 milliards de nucléotides sont cachées les informations nécessaires au développement, au bon fonctionnement et à la reproduction de nos cellules, en particulier les gènes codant pour des protéines ([plus d'info](#)). Un **gène** est un morceau d'ADN qui contient une recette pour fabriquer entre autre une ou plusieurs protéines. En cas de besoin, un gène peut être 'photocopié'. La photocopie, appelée **ARN messenger**, peut être ensuite modifiée (épissage) avant d'être utilisée par la cellule pour fabriquer une protéine. Les informations pour fabriquer les protéines ne représentent que 5 % de notre ADN ! ([plus d'info](#))

Les êtres humains possèdent quelques 20'000 gènes codant pour plusieurs centaines de milliers de **protéines** différentes qui ont chacune un rôle spécifique. Une protéine peut être impliquée dans la [coagulation du sang](#), une autre [transporte l'oxygène](#), une intervient dans la [digestion](#) tandis qu'une autre transmet un [signal nerveux](#).

### Le même génome dans toutes les cellules

Bien que partageant une même origine et un même génome, nos cellules se spécialisent au cours du développement embryonnaire pour devenir par exemple des cellules du coeur, des cellules du cerveau ou encore des cellules de l'intestin. Comment ? Elles ne vont tout simplement pas activer les mêmes gènes au même moment ([notion de protéome](#)).

### Le même génome chez tous les êtres humains ?

Grâce à des outils bioinformatiques, il est possible de comparer les génomes entre eux : en moyenne, on estime qu'il y a environ 0.1 % de différence entre les génomes de 2 individus (soit entre 2.5 et 3 millions de lettres différentes). Et ces différences peuvent faire toute la différence! ([plus d'info](#))


Résumé : [De quoi sommes-nous faits ?](#)

PRATIQUE





## Le génome humain, les gènes et [www.chromosomewalk.ch](http://www.chromosomewalk.ch)

Le génome humain contient environ 20'000 gènes codant pour des protéines.

250 gènes ont été sélectionnés pour [www.chromosomewalk.ch](http://www.chromosomewalk.ch) comme points de départ pour découvrir le génome humain et la bioinformatique.

Les flèches (  ) situées à côté du chromosome indiquent la position de ces gènes sur le chromosome ([exemple](#)). La plus grande flèche amène toujours à un dossier complet abordant plusieurs concepts, le plus souvent en lien avec le gène en question.

En cliquant sur ces flèches, vous avez accès à:

-  un dossier complet abordant différents concepts biologiques avec des exemples d'utilisation de la bioinformatique ('grande flèche') ([exemple](#)) (voir la liste des thèmes abordés ci-dessous)
-  une brève description de la fonction du gène ('petite flèche') ([exemple](#))
-  des liens vers des articles de vulgarisation scientifique ([exemple](#))
-  des liens vers des ressources bioinformatiques utilisées par les chercheurs du monde entier ([exemple](#))

*Par défaut, le gène avec le dossier complet ('grande flèche') apparaît à l'écran lorsque qu'un chromosome est sélectionné.*

[www.chromosomewalk.ch](http://www.chromosomewalk.ch) est régulièrement mis à jour - de nouvelles histoires sont ajoutées en fonction de l'actualité scientifique.

## Les thèmes des dossiers de l'exposition (par chromosome)

### Chromosome 1 [L'odyssée du génome humain](#)

*Début de la séquence du chromosome 1*

Biologie - Qu'est-ce que le génome humain ; Historique du séquençage du génome humain

Bioinformatique - Rôle de la bioinformatique ; Liens vers des séquences stockées dans les banques de données

### Chromosome 2 [Le colosse des protéines](#)

*Gène : TTN (titine)*

Biologie - La plus grande protéine humaine

Bioinformatique - Portrait-robot d'une protéine : comment prédire la fonction d'une protéine grâce à sa séquence en acides aminés

### Chromosome 3 [Aux limites de la bioinformatique](#)

*Gène : GHRL (ghréline)*

Biologie - Régulation de l'appétit ; 1 gène ≠ 1 protéine

Ce que la bioinformatique ne peut pas encore prédire

### Chromosome 4 [Gène, dis-moi qui tu es et je te dirai d'où tu viens](#)

*Gène : CSN1S1 (caséine)*

Biologie - Histoire de l'apparition du placenta et de la lactation

Bioinformatique - Comment comprendre l'évolution de certains processus biologiques en étudiant les séquences des gènes impliqués

### Chromosome 5 [Gène? où es-tu ?](#)

*Gène : DROSHA*

Biologie - De la séquence ADN à la séquence en acide aminé ; le code génétique

Bioinformatique - Comment prédire l'existence d'un gène dans le génome ?

### Chromosome 6 [L'invisible en mouvement](#)

*Gène : HLAB*

Biologie - Les protéines 'bougent'

Bioinformatique - Concevoir des médicaments en connaissant la forme d'une protéine et ses mouvements dans l'espace

[Vidéo de protéines en mouvement](#), [Vidéo simulant l'interaction entre 2 protéines \(système HLA\)](#)

### Chromosome 7 [Un gène pour le dire](#)

*Gène : FOXP2*

Biologie - L'histoire d'un gène indispensable à la parole

Bioinformatique - Un outil essentiel (Blast): recherche de séquences de gènes ou de protéines similaires

### Chromosome 8 [Une orange? ça vous dit ?](#)

*Gène : GULO*

Biologie - L'origine de notre dépendance à la vitamine C ; notion de pseudogène

Bioinformatique - Visualiser les étapes de la fabrication de la vitamine C

Liens vers les [voies métaboliques](#)

### Chromosome 9 [L'art et la bioinformatique](#)

*Gène : COL15A1 (collagène)*

La bioinformatique comme source d'inspiration artistique

Vidéo ['la musique des protéines'](#)

**Chromosome 10** [Gène...éthique](#)

Gène : *CYP2C19* (cytochrome)

Biologie - Réponse aux médicaments: chaque individu est différent  
Dépistage génétique (pharmacogénétique) et questions éthiques

**Chromosome 11** [Du papyrus à l'internet](#)

Gène : *INS* (insuline)

Biologie - L'insuline  
Bioinformatique - L'histoire des banques de données

**Chromosome 12** [L'histoire de la vie](#)

Gène : *RPS26* (protéine du ribosome)

Biologie - La notion d'ancêtre commun et de LUCA 'The Last Universal Ancestor' ; les gènes 'universels'  
Bioinformatique - Comment établir les liens de parenté entre différentes espèces

**Chromosome 13** [Le chromosome du septième ciel ?](#)

Gène : *HTR2A* codant pour la protéine 5-HT-2A associé à certaines dépressions

Biologie - Comment ressentons-nous le bonheur ?  
Biologie / Bioinformatique - A la recherche des effets secondaires d'un médicament

**Chromosome 14** [Les métiers de la bioinformatique](#)

Exemples de métiers et formations

**Chromosome 15** [T'as de beaux yeux, tu sais](#)

Gène : *HERC2*

Biologie - Une des origines génétiques des yeux bleus  
Bioinformatique - Comment étudier les populations humaines et leur migration ?

**Chromosome 16** [Ces gènes, vestiges du passé](#)

Gène : *VN1R3* (récepteur aux phéromones)

Biologie - Les phéromones ; notion de pseudogène  
Bioinformatique - Repérer des gènes inactifs dans le génome

**Chromosome 17** [La bioinformatique pour lire le passé](#)

Gène : *COL1A1* (collagène)

Biologie - Ce que nous raconte le collagène sur les liens de parenté entre le tyrannosaure et le poulet  
Bioinformatique - Identifier une protéine à partir d'un fossile et classification des espèces

**Chromosome 18** [Etre ou ne pas être](#)

Gène : *BCL2*

Biologie - La mort cellulaire programmée (apoptose)  
Bioinformatique - Visualiser les réseaux d'interaction entre protéines (les protéines et leurs 'réseaux sociaux')

**Chromosome 19** [Notre sang à 7h59](#)

Gène : *APOE*

Biologie - Nos cellules sont spécialisées; notion de protéome  
Biologie / Bioinformatique - Analyser les protéines contenues dans un tissu

**Chromosome 20** [Le prion, une protéine aux deux visages](#)

Gène : *PRN* (prion)

Biologie - Un agent infectieux pas comme les autres: le prion  
Bioinformatique - Modéliser la forme d'une protéine; lien entre la forme et la fonction d'une protéine

### **Chromosome 21** [Les protéines : nos ouvrières](#)

Gène : APP

Biologie - La fonction des protéines

Bioinformatique - Prédire la fonction d'une protéine

### **Chromosome 22** [Mon génome, ton génome, son génome? Et après ?](#)

Fin de la séquence du chromosome 22

Les perspectives de la bioinformatique et de la recherche en génomique

### **Chromosomes XX** [Le sexe féminin par défaut ?](#)

Début de la séquence du chromosome X

### **Chromosomes XY** [Homme ou femme? une affaire d'angle](#)

Gène : SRY

Biologie - Les paires de chromosomes sexuels XX et XY

Bioinformatique - Modéliser la structure des protéines interagissant avec l'ADN

## **Les différents dossiers de l'exposition classés par thèmes**

### **Séquençage du génome humain et bioinformatique**

Historique et perspectives du séquençage du génome humain - [chromosome 1](#) et [chromosome 22](#)

Outils clés de la bioinformatique - [chromosome 11](#) (les banques de données) et [chromosome 7](#) (Blast)

Prédiction de gène - [chromosome 5](#)

Les limites de la bioinformatique - [chromosome 3](#)

Technologie nécessitant l'usage de la bioinformatique (protéomique) - [chromosome 19](#)

Les métiers de la bioinformatique - [chromosome 14](#)

### **Généralités sur les gènes et les protéines**

Définitions du gène et de la protéine - [chromosome 5](#), [chromosome 21](#) et [chromosome 2](#)

### **Les protéines en 3D... et en mouvement**

Les protéines en 3D et en mouvement - [chromosome 6](#)

Lien entre la forme et la fonction d'une protéine, le prion - [chromosome 20](#)

Importance de la structure 3D d'une protéine - [chromosomes XY](#)

[Vidéo de protéines en mouvement](#), [Vidéo simulant l'interaction entre 2 protéines](#)

### **Les médicaments (design, pharmacogénétique, effets secondaires,)**

Modéliser un médicament (drug design) - [chromosome 6](#)

Pharmacogénétique - [chromosome 10](#)

Effets secondaires - [chromosome 13](#)

### **Au fil du temps - notion d'évolution**

L'arbre de la vie - [chromosome 12](#), et [chromosome 17](#)

L'évolution des gènes et les migrations humaines - [chromosome 15](#)

L'évolution d'un processus biologique - [chromosome 4](#)

Notion de pseudogène - [chromosome 8](#) et [chromosome 16](#)

### Au sujet des maladies génétiques

[Chromosome 13](#) et [chromosome 10](#)

La trisomie 21 - [chromosome 21](#)

Une maladie un peu particulière (le prion) - [chromosome 20](#)

Rechercher: [maladie](#)

### La mort cellulaire programmée (apoptose)

[Chromosome 18](#)

### Les chromosomes sexuels

[Chromosomes XX](#) et [chromosomes XY](#)





### L'éthique

[Chromosome 10](#) et [chromosome 22](#)

### L'art et la bioinformatique

[Chromosome 9](#)

## Propositions de balade

-  Rechercher 'histone' ([résultat](#)) RECHERCHE
-  On découvre qu'il existe plusieurs gènes codant pour les histones et que les histones sont des protéines autour desquelles s'enroule l'ADN. Les histones sont essentielles pour la structure des chromosomes.
-  Cliquer par exemple sur le 'chromosome 4' ([résultat](#))
-  Cliquer sur le lien 'Bioinformatique expert': la structure 3D de l'histone entourée d'ADN peut être visualisée en cliquant sur 'View in Jmol'(ressource PDB) ([résultat](#)).

**Autres recherches intéressantes :** [alcool](#), [sommeil](#), [rythme](#), [muscle](#), [hormone](#), [maladie](#), [fécondation](#), [cytokine...](#)



## Coin pratique



Le contenu de chaque dossier ainsi que la liste des gènes cités pour un chromosome donné peuvent être imprimés (avec ou sans les images) en cliquant sur l'icône 'impression'.

© [www.chromosomewalk.ch](http://www.chromosomewalk.ch) a été conçu par le SIB Institut Suisse de Bioinformatique en 2012.

Le [SIB Institut Suisse de Bioinformatique](http://www.sib-institut-suisse.de) est une fondation académique sans but lucratif et d'utilité publique fédérant une quarantaine de groupes de recherche et de services en bioinformatique en Suisse. Sa mission est de fournir les services informatiques essentiels pour la communauté des sciences du vivant, notamment en termes de bases de données, de logiciels, de serveurs internet et de calcul, ainsi que le support à l'analyse de données, tant au niveau national qu'international. Le SIB assure également un enseignement et une recherche en bioinformatique de premier plan ([Qui sommes-nous ?](#))

Pour toute information (visites guidées, questions, suggestions,...) n'hésitez pas à nous [contacter](#) !

[sp-com@isb-sib.ch](mailto:sp-com@isb-sib.ch)

Un tout grand merci à nos [sponsors](#) !

Avec le soutien de la  
 Loterie Romande

  
FONDATION  
LEENAARDS

  
Swiss Foundation for Excellence and  
Talent in Biomedical Research

 CRÉDIT AGRICOLE  
PRIVATE BANKING SERVICES

Fiduciaire SAUGY S.A.

Ce dossier pédagogique (pdf) est disponible en ligne :

[http://education.expsy.org/bioinformatique/pdfs/CW\\_dossier\\_pedagogique.pdf](http://education.expsy.org/bioinformatique/pdfs/CW_dossier_pedagogique.pdf)

Version html : [http://education.expsy.org/bioinformatique/CW\\_mode\\_emploi.html](http://education.expsy.org/bioinformatique/CW_mode_emploi.html)

