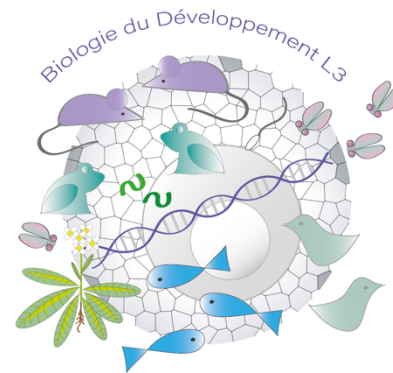


Année : Licence L3

Semestre 2, 2025 - 2026

Crédits : 6 ECTS

Site web : <https://www.edu.bio.ens.psl.eu/spip.php?article185&lang=fr>



1. Description du module

Les êtres humains ont été toujours fascinés par l'embryon. Une cellule unique, l'œuf fécondé, avec un seul génome peut créer des centaines de sous-types de cellules remarquablement différentes, qui s'auto-organisent et adoptent des formes spécifiques pour finalement donner naissance à un organisme adulte dans toute sa complexité. Le développement, c'est aussi un processus façonné au fil des générations dans le contexte de l'évolution et de l'écologie, qui a conduit à l'étonnante diversité des organismes vivants. Comprendre les mécanismes du développement est également essentiel pour l'étude des maladies. Ce module vise à permettre aux étudiants de découvrir les notions fondamentales de la biologie du développement : y compris la morphogénèse, le patterning, la biologie des cellules souches, la spécification et différenciation, la migration cellulaire, la formation des tissus et organes différents et les liens inséparables avec l'évolution et l'écologie. Le module introduira les origines historiques de l'embryologie et les questions abordées actuellement dans nos laboratoires, les organismes modèles et les techniques diverses qui nous permettent de trouver des réponses par la synthèse des connaissances obtenues par l'imagerie, la génétique et la biologie moléculaire. Il mettra également en évidence le fait que la biologie du développement est au cœur de l'avancement des technologies qui ouvrent des portes pour les études dans beaucoup d'autres disciplines.

Taille maximale de la classe : N/A

Langage : Les cours sont enseignés en français.

Mots-clés : Plan corporel | morphogénèse | cellules souches | différenciation cellulaire | régulation génétique, communication cellulaire | évo-dévo, éco-dévo

2. Lieu et temps

*Lieu : Département de Biologie, 3^e étage, ENS, 46 rue d'Ulm, 75005 Paris – cours/ateliers théoriques : salle **316** ; ateliers pratiques : salle **305** (ou 324).*

Pour entrer dans le bâtiment, une carte d'accès est nécessaire. Les visiteurs sans badge peuvent utiliser l'interphone situé à l'entrée. Les salles de classe ne nécessitent pas de badge. Le bâtiment, le rez-de-chaussée et les salles de classe sont facilement accessibles grâce à une rampe et des ascenseurs.

Durée : Semestre 2 | 39 heures, présence en classe (plus des heures additionnelles pour des travaux personnels)

*Premier et dernier jour du module : **02 février 2026** au **18 mai 2026***

*Horaires : **14h00 – 17h00** (12 cours les lundis après-midi, plus un cours mercredi après-midi)*

3. Organisation du module

Coordination : Iris Salecker (PU, Département de Biologie, ENS), iris.salecker@bio.ens.psl.eu

Enseignants : Camille Paoletti (doctorante IBENS, monitrice) et Iris Salecker

Moyen préféré de contact : courriel ou en personne (après une prise de rendez-vous)

4. Inscription

Les étudiant(e)s internes seront inscrit(e)s au module par notre administration. Les étudiant(e)s extérieur(e)s au Département de Biologie de l'ENS peuvent assister après avoir contacté la responsable du cours pour obtenir son accord (voir les coordonnées ci-dessus). Les étudiants devront ensuite s'inscrire en ligne au moins une semaine avant la date de début du cours en suivant les consignes sur <https://www.enseignement.biologie.ens.fr/?article207>.

5. Support de cours et communication

*Matériel du cours : Les pdf des présentations, les articles clés couverts dans chaque cours et le matériel lié aux ateliers seront partagés en ligne sur **Moodle** du **Département de Biologie** (<https://moodle.bio.ens.psl.eu>).*

Les notifications seront partagées : par email et Moodle.

6. Prérequis pour le cours

BCPST/L2 Biologie ; quelques connaissances en biologie cellulaire seront utiles. Il n'y a pas de prérequis spécifiques pour ce module, sauf un esprit curieux !

7. Format du cours et méthodes d'enseignement

Généralement, les cours magistraux de 2 heures seront suivis par des ateliers de 45' avec des démonstrations/mini-TP pour faire la connaissance des organismes modèles et non-modèles différents discutés pendant les cours. Des exercices TD accompagneront les cours pour approfondir les connaissances. Les étudiant(e)s recevront un retour à leur essai scientifique à la fin du module.

Les modules L3 « Biologie cellulaire I » et « Biologie du Développement I » seront complémentaires.

8. Objectifs pédagogiques et compétences développées

À l'issue du cours, les étudiant(e)s seront capables de :

- Comprendre des concepts clés :
 - Les origines historiques de la recherche en biologie du développement ;
 - Les manipulations fondamentales qui permettent de concevoir des stratégies expérimentales pour tester des hypothèses dans le domaine de la biologie du développement ;
 - L'action des voies moléculaires de signalisation et des facteurs de transcription qui orchestrent l'établissement du plan du corps, des axes et des segments, le développement des organes et des tissus ;
 - Des mécanismes cellulaires en action, essentiels pour contrôler la migration cellulaire, la morphogenèse des tissus et la communication intercellulaire lors du développement précoce et avancé ;
 - Des principes inhérents à la construction du système nerveux, de la crête neurale, des membres, des somites, du foie et du système immunitaire ;
- Intégrer les connaissances acquises à partir des cycles de vie des différents organismes modèles et non modèles (vertébrés et invertébrés) afin de découvrir les principes fondamentaux et conservés qui sous-tendent la biologie du développement ;
- Faire le lien entre le développement, l'évolution et l'écologie, et les maladies ;
- Maîtriser le vocabulaire technique et d'anatomie de la biologie du développement ;
- Avoir une vue d'ensemble des technologies de pointe utilisées en biologie du développement, notamment les approches génétiques, la génomique, la microscopie, la culture cellulaire et les approches organoïdes ;
- Suivre des cours avancés de biologie du développement au niveau M1 (Developmental Biology II, Developmental Biology at the Bench) et au niveau M2 (par exemple ABC Cell and Developmental Biology, Institut Curie Developmental Biology: From stem cells to morphogenesis, and Development and Cancer) ;

Compétences transversales :

- Lire et comprendre la littérature scientifique primaire dans le domaine de la biologie du développement ;
- Écriture : Rédiger un texte scientifique.

9. Planning du cours

Vous trouverez ci-dessous le programme détaillé du cours.

Cours 1 : Lundi 2 février 2026, 14h00 – 17h00 (salle 316)

- Introduction du module : La Biologie du développement – pourquoi l'étudier ? (20') (Iris Salecker (IS))
- Cours : Histoire anecdotique et conceptuelle de la biologie développementale (IS) (2h 30')

Cours 2 : Lundi 9 février 2026, 14h00 – 17h00 (salles 316, 305)

- Cours : La Biologie du développement – comment l'étudier ? Technologies et outils conceptuels pour comprendre les processus de développement : Find it, lose it, move-it ! (2h) (IS)
- Atelier : Le modèle *Drosophila melanogaster* I (45') (Camille Paoletti et IS)

Cours 3 : Lundi 16 février 2026, 14h00 – 17h00 (salles 316, 305)

- Atelier : Le modèle Xénope (45') (Virginie Candat et IS)
- Cours : Développement précoce – le début : Gastrulation (2h) (IS)

Cours 4 : Lundi 23 février 2026, 14h00 – 17h00 (salles 316, 305)

- Cours : Contrôle génétique de la mise en place du plan corporel : Spécification des axes, patterning et segmentation de la drosophile (2h) (IS)
- Atelier : Le modèle *Drosophila melanogaster* II (45') (Camille Paoletti et IS)

---vacances d'hiver et PSL week---

Cours 5 : Lundi 09 mars 2026, 14h00 – 17h00 (salles 316, 305)

- Cours : La construction du système nerveux I : Formation du tube neural, régionalisation et neurogenèse (2h) (IS)
- Atelier : Le modèle souris (lames) (45') (Camille Paoletti et IS)

Cours 6 : Lundi 16 mars 2026, 14h00 – 17h00 (salles 316, 305)

- Cours : La construction du système nerveux II : Différenciation neuronale et assemblage des circuits (2h) (Iris Salecker)
- Atelier : Modèle souris, introduction de projet de thèse (45') (Camille Paoletti et IS)

Cours 7 : Lundi 23 mars 2026, 14h00 – 17h00 (salles 316, 324)

- Cours : La crête neurale (2h) (IS)
- Atelier : Le modèle *C. elegans* (45') (Marie Gendrel et IS)

Cours 8 : Lundi 30 mars 2026, 14h00 – 17h00 (salles 316, 305)

- Cours : Mésoderme : somitogenèse (2h) (Iris Salecker)
- Atelier : Le modèle poulet (45') (équipe Morin et IS)

---lundi de Pâques---

Cours 9 : Lundi 13 avril 2026, 14h00 – 17h00 (salles 316, 305)

- Cours : La formation des membres chez les tétrapodes (2h) (IS)
- Atelier : Le modèle *Nematostella vectensis* (45') (Richard Bailleul et IS)

Cours 10 : Lundi 20 avril 2026, 14h00 – 17h00 (salles 316, 305)

- Atelier : Le modèle poisson zèbre (45') (Virginie, Candat et IS)
- Cours : Endoderme : formation des organes internes (2h) (IS)

Cours 11 : Mercredi 22 avril 2026, 14h00 – 17h00 (salle 316)

- Cours : Immunodéveloppement (2h 30') (IS)
- Atelier : Informations essai scientifique (15') (IS)

---vacances de printemps et Foljuif---

Cours 12 : Lundi 11 mai 2026, 14h00 – 17h00 (salle 316)

- Atelier : *Astyanax* (visite espace) (45') (Virginie Candat et IS)
- Cours : Évolution et développement : la science "évo-dévo" (2h) (IS)

Cours final : Lundi 18 mai 2026, 14h00 – 17h00 (salles 316, 305)

- Cours : Écologie et développement : la science "éco-dévo" (2h) (IS)
- Atelier : Le modèle *Arabidopsis* (30') (Eve Boutron, Mathilde Reignier et IS)
- Discussion finale (15')

* Les modèles xénope, poisson-zèbre et *Astyanax* seront présentés par Virginie Candat (IBENS), les modèles *Gallus gallus* par l'équipe Xavier Morin, *C. elegans* par Marie Gendrel, *Nematostella* par Richard Bailleuil et *Arabidopsis* par Eve Boutron et Mathilde Reignier.

10. Validation et notes

<u>Catégories d'évaluation</u>	<u>Pourcentage de la note finale</u>
Présence et ponctualité	10%
Participation active en classe et pendant les ateliers	20%
Rédaction d'un essai scientifique	70%
Total	100%

Essai scientifique :

Les sujets seront affichés sur Moodle : **18 mai 2026** ;

Date limite pour soumettre l'essai scientifique via Moodle : **8 juin 2026** (trois semaines après les questions à répondre dans l'essai scientifique ont été partagées via Moodle).

11. Ressources recommandées

Lecture suggérée durant le cours :

- Articles primaires décrits pendant les cours ;
- Quelques chapitres pertinents dans text books (Michael Barresi and Scott Gilbert : *Developmental Biology*; Lewis Wolpert, Cheryll Tickle, Alfonso Martinez Arias: *Principles of Development*).

Ressources additionnelles : Les consignes pour l'essai scientifique et des articles clés seront partagés via Moodle.

12. Absences et participation

Les étudiant(e)s sont tenu(e)s d'arriver à l'heure, d'assister à tous les cours en personne, de participer activement et de se concentrer sur les cours et les ateliers pendant toute leur durée. Les étudiant(e)s doivent informer à l'avance la responsable du cours en cas d'absence exceptionnelle.

Vous avez une période de trois semaines de décider quels cours optionnels vous souhaitez suivre dans votre programme d'études du deuxième semestre. Pour ce module, il est fortement recommandé d'assister aux cours dès le début, puisque les cours initiaux couvrent des bases importantes pour les cours suivants. Plus que trois absences (sans avoir informé la responsable du module des raisons valides) peuvent empêcher la validation du module. Les absences fréquentes pour des raisons de santé peuvent nécessiter un certificat médical.

Afin de favoriser un environnement d'apprentissage positif, les étudiant(e)s et les enseignant(e)s ont une responsabilité partagée. Nous cherchons à créer une atmosphère bienveillante, respectueuse et inclusive, nous permettant de nous immerger ensemble dans le monde passionnant des sciences et en particulier de la biologie du développement.

Disclaimer : les informations dans ce programme peuvent être modifiées avec un préavis raisonnable.

* **Image credit** : Iris Salecker

vs. 11/12/2025