

L'épreuve dure 2 heures. Répondre directement sur ce document (sauf pour la partie 5), l'insérer dans la copie anonyme, après avoir reporté le numéro d'anonymat dans le cadre en haut à droite de chaque page. Documents non autorisés. Le sujet comporte 6 pages.

1. Test de connaissances en biologie du développement animal

1.1. Choisissez parmi les propositions suivantes, celles qui vous semblent correctes.

Oui	Non	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le développement des organismes végétaux se poursuit à l'issue de l'embryogenèse.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le développement des organismes animaux s'arrête à l'issue de l'embryogenèse.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Division, croissance cellulaire, différenciation et migration sont des processus universels du développement embryonnaire chez les animaux comme chez les végétaux.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La division cellulaire ne concerne que les premiers stades du développement (période nommée segmentation chez les animaux).
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La division cellulaire se poursuit dans tous les tissus embryonnaires en formation jusqu'à ce que les cellules soient différenciées.

1.2. La transduction d'un signal :

Oui	Non	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Est le mécanisme par lequel un signal extracellulaire est perçu et interprété par une cellule cible.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Est le mécanisme par lequel un signal extracellulaire est sécrété à partir d'une cellule émettrice.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fait intervenir un récepteur, des seconds messagers et des protéines effectrices.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Peut modifier l'activité de protéines cibles <i>via</i> des cascades de phosphorylations.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Conduit toujours à des modifications de l'expression génique.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Entraîne systématiquement la même réponse cellulaire pour un signal donné.

1.3. Choisissez parmi les propositions suivantes, celles qui vous semblent correctes.

Oui	Non	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Les effets d'un morphogène se traduisent par une action sur l'expression de gènes cibles spécifiques.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Un morphogène n'agit que sur les cellules situées immédiatement à proximité.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Les effets d'un morphogène dépendent de sa concentration.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Un des rôles des gradients morphogènes au cours du développement embryonnaire est de réguler la mise en place des axes de polarité.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Chez le Xénope, les blastomères végétatifs au stade blastula sécrètent des morphogènes responsables de l'induction du neurectoderme.

2. Méthodologie de l'analyse en biologie cellulaire et développement

2.1. Vous souhaitez savoir si la protéine Z est impliquée dans la délamination des cellules de crêtes neurales (CCN) chez le Xénope. Quelle(s) stratégie(s) expérimentale(s) allez-vous mettre en œuvre pour répondre à cette question et quelle information vous apportera-t-elle ?

Oui	Non	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Je vais analyser le profil d'expression de la protéine Z à des stades où je sais que les CCN sont en train de délaminer. <i>Je saurai alors s'il est pertinent de m'engager dans des expériences fonctionnelles.</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Je vais analyser le profil d'expression de la protéine Z à des stades postérieurs à la délamination des CCN. <i>Je saurai alors s'il est pertinent de m'engager dans des expériences fonctionnelles.</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Je vais perturber l'expression de la protéine Z <i>in vitro</i> (gain ou perte de fonction) puis analyser l'expression de marqueurs de la transition épithélio-mésenchymateuse. <i>Je pourrai alors savoir si la protéine Z joue un rôle dans ce processus.</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Je vais injecter des ARNm codant la protéine Z au stade 2 cellules puis analyser <i>in vivo</i> , à l'aide d'un marqueur approprié, le comportement des CCN à un stade qui précède leur délamination. <i>Je pourrai alors savoir si la protéine Z est nécessaire ou non à la délamination des CCN.</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Je vais injecter des ARNm codant la protéine Z au stade 2 cellules puis analyser <i>in vivo</i> , à l'aide d'un marqueur approprié, le comportement des CCN à un stade qui précède leur délamination. <i>Je pourrai alors savoir si la protéine Z est suffisante ou non à la délamination des CCN.</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Je vais injecter un oligonucléotide morpholino complémentaire des ARNm codant la protéine Z au stade 2 cellules puis analyser <i>in vivo</i> , à l'aide d'un marqueur approprié, le comportement des CCN au cours du processus de délamination. <i>Je pourrai alors savoir si la protéine Z est suffisante ou non à la délamination des CCN.</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Je vais injecter un oligonucléotide morpholino complémentaire des ARNm codant la protéine Z au stade 2 cellules puis analyser <i>in vivo</i> , à l'aide d'un marqueur approprié, le comportement des CCN au cours du processus de délamination. <i>Je pourrai alors savoir si la protéine Z est nécessaire ou non à la délamination des CCN.</i>

2.2. Une expérience de lignage cellulaire ou tissulaire :

Oui	Non	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vise à identifier et suivre la descendance d'une ou plusieurs cellules.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nécessite de réaliser une greffe de cellules en position ectopique.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Peut être réalisée en marquant un groupe de cellules d'intérêt au moyen d'un fluorochrome.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Peut être réalisée en remplaçant un tissu d'un embryon "hôte" par un tissu similaire provenant d'un embryon "donneur" au même stade, à condition que les cellules du donneur puissent être distinguées de celles de l'hôte.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Peut permettre d'identifier un territoire présomptif.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Permet de savoir si un tissu est déjà déterminé ou pas.

3. Analyse de documents : Rôle du gène *Klh131* dans la somitogenèse.

Les protéines de la famille Kelch-like (Klh) exercent des fonctions biologiques très diverses telles que l'association au cytosquelette d'actine ou la régulation de l'adhérence et de la division cellulaires. Plusieurs protéines Klh sont impliquées dans des pathologies musculaires. On s'intéresse ici au rôle de l'une d'entre-elles, la protéine Klh131 dans l'embryon de poulet.

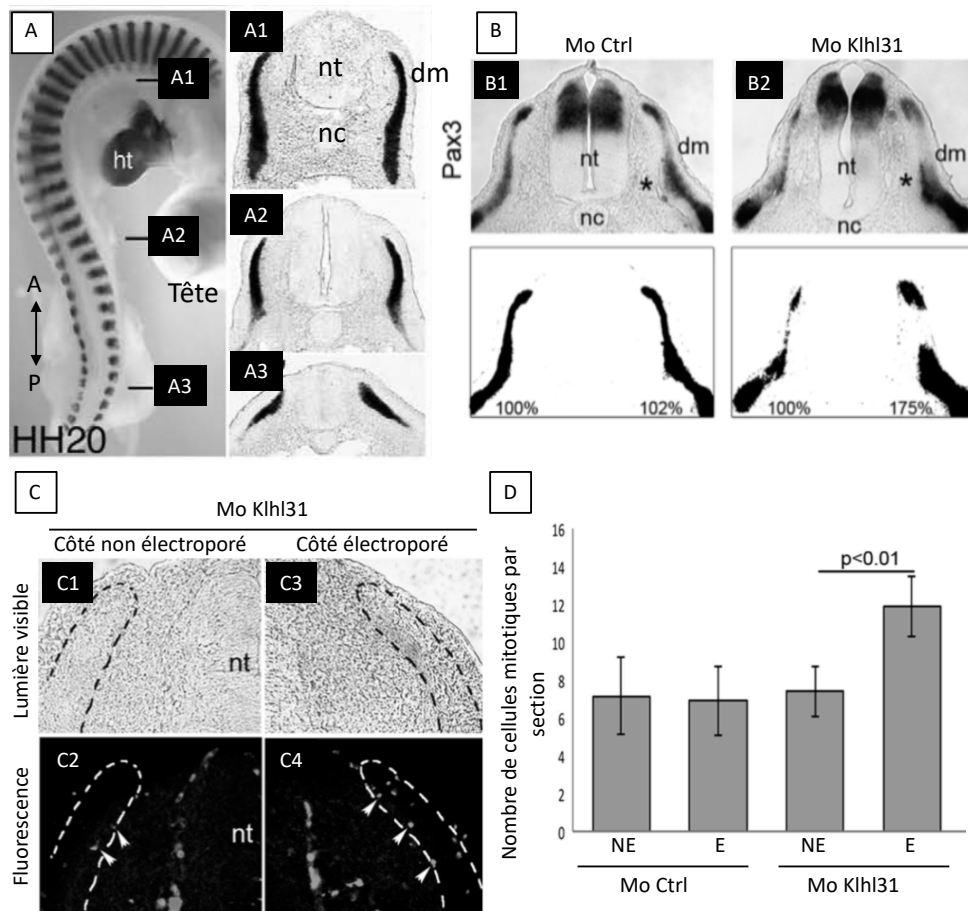


Figure 1 : (A) Analyse par hybridation *in situ* de l'expression du gène *Klh131* sur un embryon de poulet au stade HH20 (organogenèse). En A, l'embryon est observé en vue latérale droite ; la région antérieure est incurvée vers la droite. A1, A2 et A3 correspondent à des coupes transversales réalisées à différents niveaux de l'embryon selon l'axe antéro-postérieur, comme indiqué en A. A/P : antérieur/postérieur ; dm : dermomyotome ; ht : cœur. (B) Analyse par hybridation *in situ* de l'expression du gène *Pax3* (un marqueur du dermomyotome) 48h après électroporation d'oligonucléotides morpholinos standards contrôles (sans cible spécifique ; Mo Ctrl ; B1) ou de morpholinos *Klh131* (Mo *Klh131* ; B2) dans les somites. Le côté électroporé est indiqué par l'astérisque. Les panels du dessous montrent uniquement le signal observé dans le dermomyotome et indiquent son intensité relativement au côté contralatéral non électroporé. (C) Analyse de l'expression de la protéine Histone H3 phosphorylée (un marqueur des cellules en mitoses ; pointes de flèches) dans le dermomyotome (entouré en pointillés) d'embryons électroporés comme en B. Les images relatives à l'électroporation du morpholino contrôle ne sont pas montrées. (D) Quantification correspondante (NE : côté non électroporé ; E : côté électroporé). $p < 0.01$: différence significative.

3.1. Sur les images en A1, B1 et B2, quels sont les noms des structures embryonnaires indiquées par les lettres « nt » et « nc » :

--	--

3.2. Parmi les tissus ci-dessous, lesquels dérivent des somites ?

Oui	Non	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le mésoderme paraxial.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Les crêtes neurales.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Les muscles squelettiques.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	L'épithélium intestinal.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Les côtes et les vertèbres.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Les neurones du système nerveux central.

3.3. La figure 1A montre que :

Oui	Non	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La protéine Kihl31 est détectée dans les somites jeunes comme âgés.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	L'ARNm <i>Kihl31</i> est détecté dans les somites jeunes comme âgés.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La protéine Kihl31 n'est détectée que dans les somites âgés et pas dans les jeunes somites.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	L'ARNm <i>Kihl31</i> n'est détecté que dans les somites âgés et pas dans les jeunes somites.

3.4. Quel est l'objectif des différentes conditions analysées en 1B ?

Oui	Non	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	L'électroporation de Morpholinos standards constitue un contrôle négatif de l'expérience.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dans chaque embryon, le côté contralatéral (non électroporé) sert de contrôle positif.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dans chaque embryon, le côté contralatéral (non électroporé) sert de contrôle négatif.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	L'électroporation de Morpholinos « Mo Kihl31 » vise à réaliser une perte de fonction totale en empêchant la transcription du gène correspondant.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	L'électroporation de Morpholinos « Mo Kihl31 » vise à réaliser une perte de fonction partielle en empêchant la transcription du gène correspondant.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	L'électroporation de Morpholinos « Mo Kihl31 » vise à réaliser une perte de fonction totale en empêchant la traduction de l'ARNm correspondant.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	L'électroporation de Morpholinos « Mo Kihl31 » vise à réaliser une perte de fonction partielle en empêchant la traduction de l'ARNm correspondant.

3.5. La Figure 1B montre que :

Oui	Non	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En condition de perte de fonction de Kihl31, la taille du dermomyotome est plus importante.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En condition de perte de fonction de Kihl31, la taille du dermomyotome est moins importante.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En condition de perte de fonction de Kihl31, le sclérotome ne se forme plus.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En condition de perte de fonction de Kihl31, l'expression du gène <i>Pax3</i> est inchangée.

3.6. Analysez la Figure 1C, D en suivant les étapes ci-dessous.

Description du phénotype observé en Figure 1C, D (1 phrase) :

Conclusion immédiate de l'expérience (1 phrase) :

Ces résultats sont-ils en accord avec ceux observés en Figure 1B (justifiez) ?

4. Biologie du Développement des Plantes

Le schéma ci-dessous (Figure 2) représente un méristème apical caulinaire (MAC).

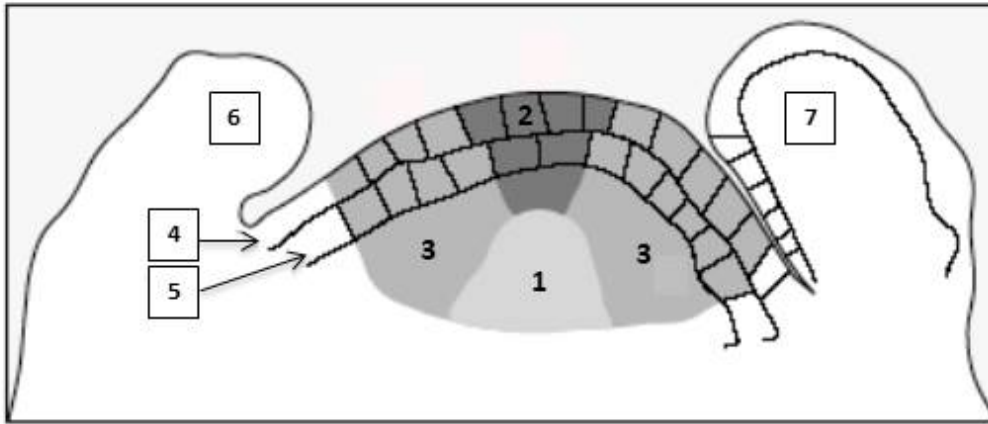


Figure 2

4.1. Complétez le tableau ci-dessous en indiquant la légende qui correspond à chaque chiffre :

	1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>							

4.2. Sur le schéma de la Figure 2, représentez la zone d'expression du gène WUSCHEL correspondant au Centre Organisateur du MAC.

4.3. Représentez dans les cases ci-dessous en A) les 4 phases d'un cycle cellulaire normal ; en B) les phases d'un endocycle (cas d'endoréplication) ; en C) les phases d'une endomitose. En considérant que la cellule mère est diploïde avec un contenu en ADN de 2C (2N/2C), en déduire, pour chacun de ces cycles, le niveau de ploïdie et de contenu en ADN des cellules filles.

A) Cycle mitotique normal	B) Endocycle	C) Endomitose
Ploïdie = ... N Contenu en ADN = ... C	Ploïdie = ... N Contenu en ADN = ... C	Ploïdie = ... N Contenu en ADN = ... C

4.4. À partir d'un exemple et à l'aide de schémas, expliquez comment l'endoréplication peut, dans certains cas, être nécessaire pour le développement correct de certains organes.

5. Biologie cellulaire (répondre à cette partie sur la copie anonyme)

- 5.1. Expliquez ce qu'est une cellule en G0 et précisez le rôle de la protéine Rb dans le maintien de cet état.
- 5.2. Expliquez comment des facteurs de croissance peuvent entraîner la phosphorylation de la protéine Rb en précisant le rôle des facteurs de transcription spécifiques.
- 5.3. Expliquez pourquoi la phosphorylation (ou la perte de fonction) de la protéine Rb conduit à la prolifération cellulaire.
- 5.4. Faites un schéma du cycle cellulaire et indiquez quelles sont les protéines clés de chaque étape.