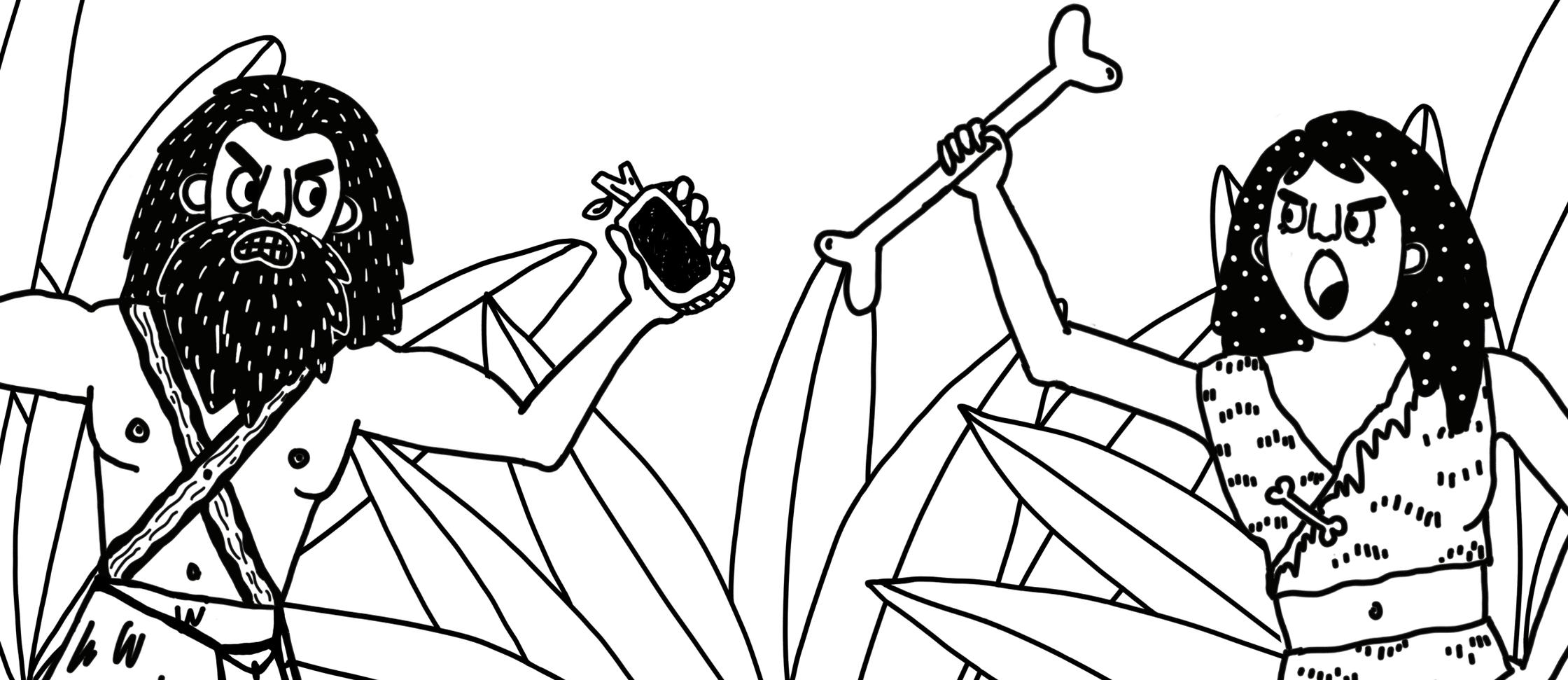


DE 2 À 8 JOUEURS - À PARTIR DE 6 ANS
≈ 45 MINUTES

PIERRE. PHONE. T-REX

DÉFIEZ VOS ADVERSAIRES À COUP DE SMARTPHONE ET DE SILEX



DEPUIS LA NUIT DES TEMPS, LES DEUX CLANS RIVAUX DE LA VALLÉE DU MAMMOUTH DE GRANIT SE RÉUNISSENT CHAQUE ANNÉE POUR SE DISPUTER LA COUPE DE PIERRE DE LA MEILLEURE TRIBU. CETTE COUPE FAIT LA FIERTÉ DE LA TRIBU QUI L'EMPORTE. CETTE ANNÉE LES DEUX TRIBUS ONT BESOIN DE RENFORTS POUR S'AFFRONTER. ÊTES-VOUS PRÊTS À RELEVER LE DÉFI ?



SPONSOR OFFICIEL DU COMBAT DE TRIBUS

SMARTSTONE

LE CAILLOU INTELLIGENT

TÉLÉCHARGE VITE
PHYPHOX POUR
AFFRONTER TES
ADVERSAIRES !



PHYPHOX, L'APPLICATION LA PLUS
TÉLÉCHARGÉE DU PALÉOLITHIQUE
EST DISPONIBLE GRATUITEMENT SUR
L'APP STORE ET GOOGLE PLAY. ELLE
VA UTILISER LES CAPTEURS DE TON
SMARTPHONE POUR FAIRE DES TAS
DE MESURES EN DIRECT !



C'EST QUI LE MEILLEUR ?

QUATRE ÉPREUVES, QUATRE MÉDAILLES À REMPORTER !

ATTENTION
À LA TÊTE



ÉQUIPE GAGNANTE :

.....

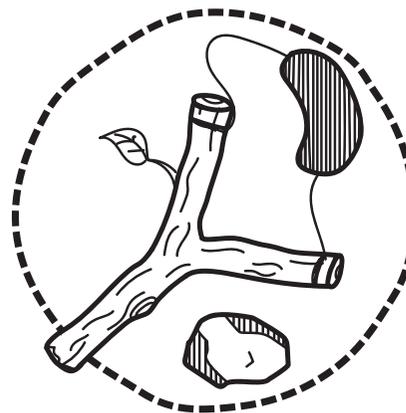
COURS
DE CRO-MAGNON



ÉQUIPE GAGNANTE :

.....

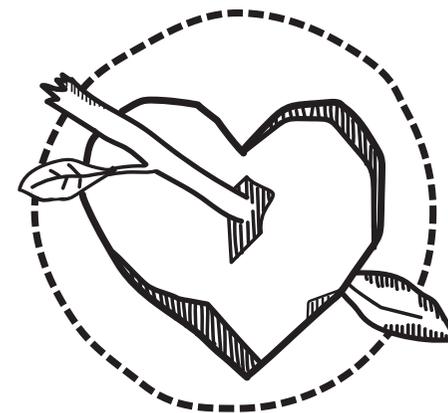
TERRASSE
LE T-REX



ÉQUIPE GAGNANTE :

.....

LE RYTHME
DANS LA PEAU



ÉQUIPE GAGNANTE :

.....



ALLUMEZ
VOS
FEUX

ÉPREUVE 1

ATTENTION À LA TÊTE

MODE D'EMPLOI



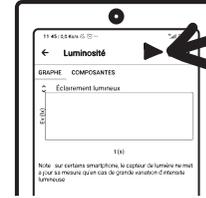
CHAQUE ÉQUIPE DISPOSE D'UNE FEUILLE DE JEU LABYRINTHE ET LES JOUEURS S'AFFRONTENT DEUX PAR DEUX. IL Y A AUTANT DE MANCHES QUE DE JOUEURS PAR ÉQUIPE.

MISE EN PLACE DU JEU

- ① Sélectionne **luminosité** dans Phyphox (si tu as un iPhone voir encadré réservé).



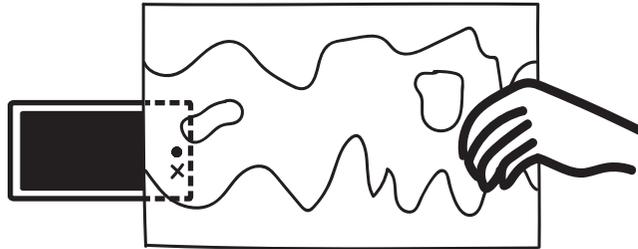
- ② Appuie sur **play** pour lancer la mesure. À partir de maintenant, ton téléphone mesure la **quantité de lumière** qu'il reçoit.



- ③ Le **capteur de luminosité** est généralement situé à côté de la caméra frontale.

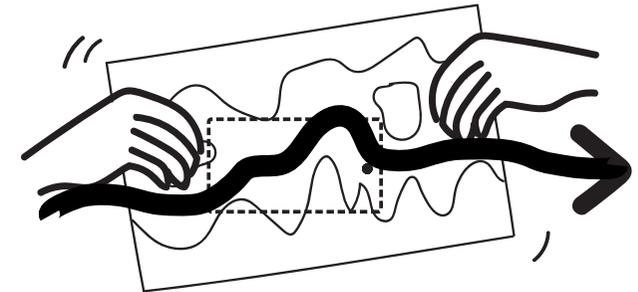


- ④ Pose ton smartphone sur une table et **place la feuille de jeu** par dessus tout contre, comme sur le schéma ci-contre.



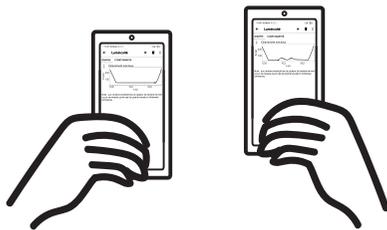
DÉROULÉ DU JEU

- ⑤ Déplace la feuille pour que le capteur de ton téléphone sorte du chemin **sans rencontrer d'obstacles**.

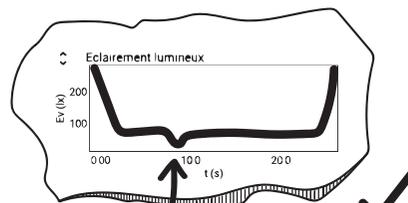


COMMENT GAGNER ?

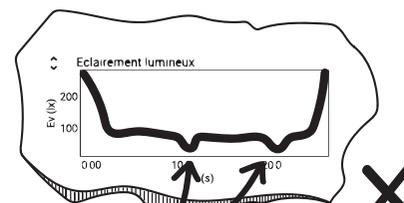
- ⑥ Appuie sur **pause** et compare le résultat avec le joueur de l'équipe adverse



- ⑦ Le **gagnant** de la manche est le joueur dont la courbe comporte le **moins de «pics» vers le bas** (zoom si besoin).



Le joueur a heurté une fois la paroi de la grotte.



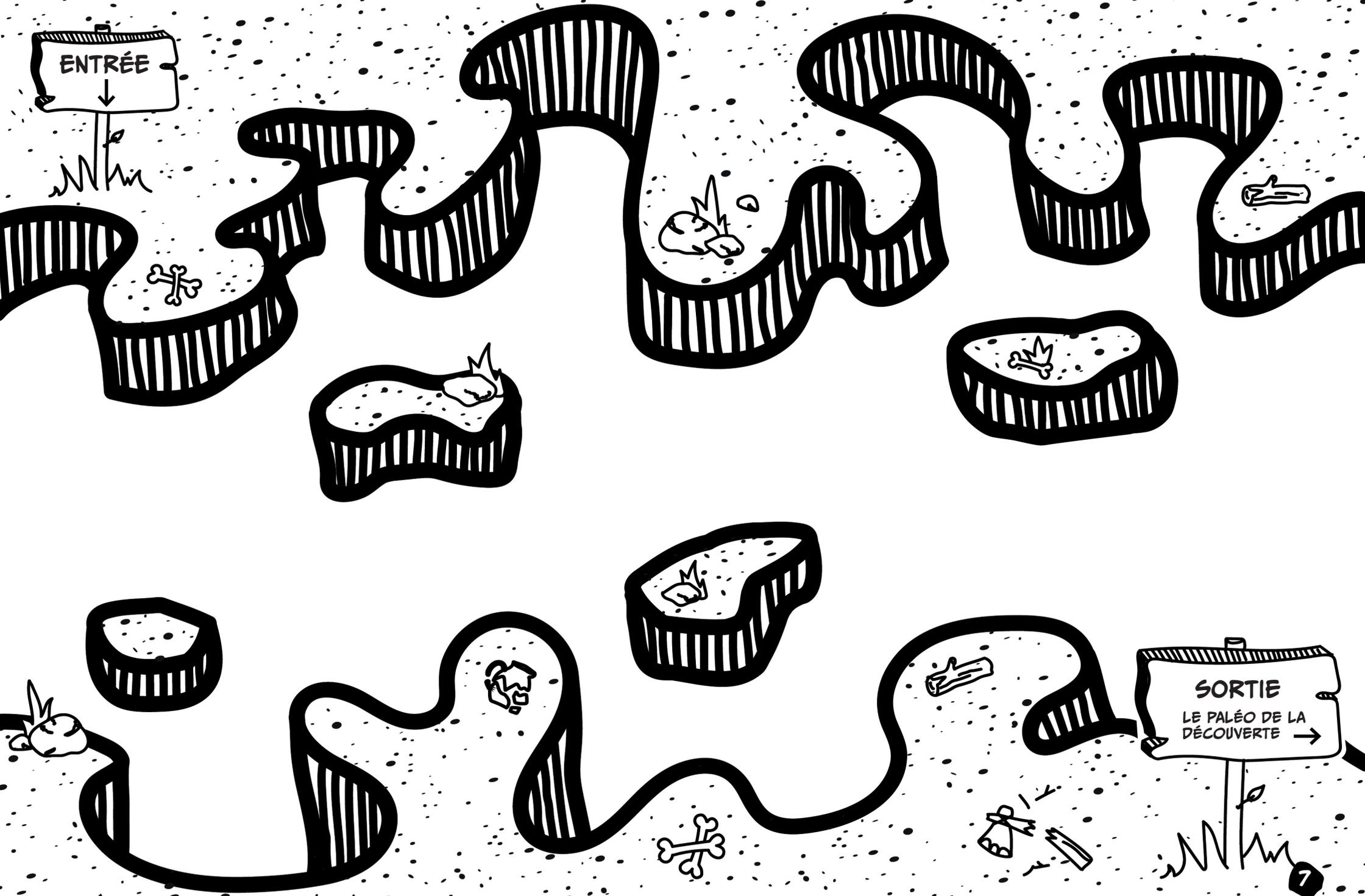
Ici deux fois !

ET SI TU AS UN IPHONE ?

Le jeu est le même mais au lieu d'utiliser Phyphox, **enregistre une vidéo avec la caméra frontale** de ton téléphone et commence à l'étape ④. Regarde ensuite la vidéo produite, lorsque tu vois du noir cela veut dire que tu as rencontré un obstacle.

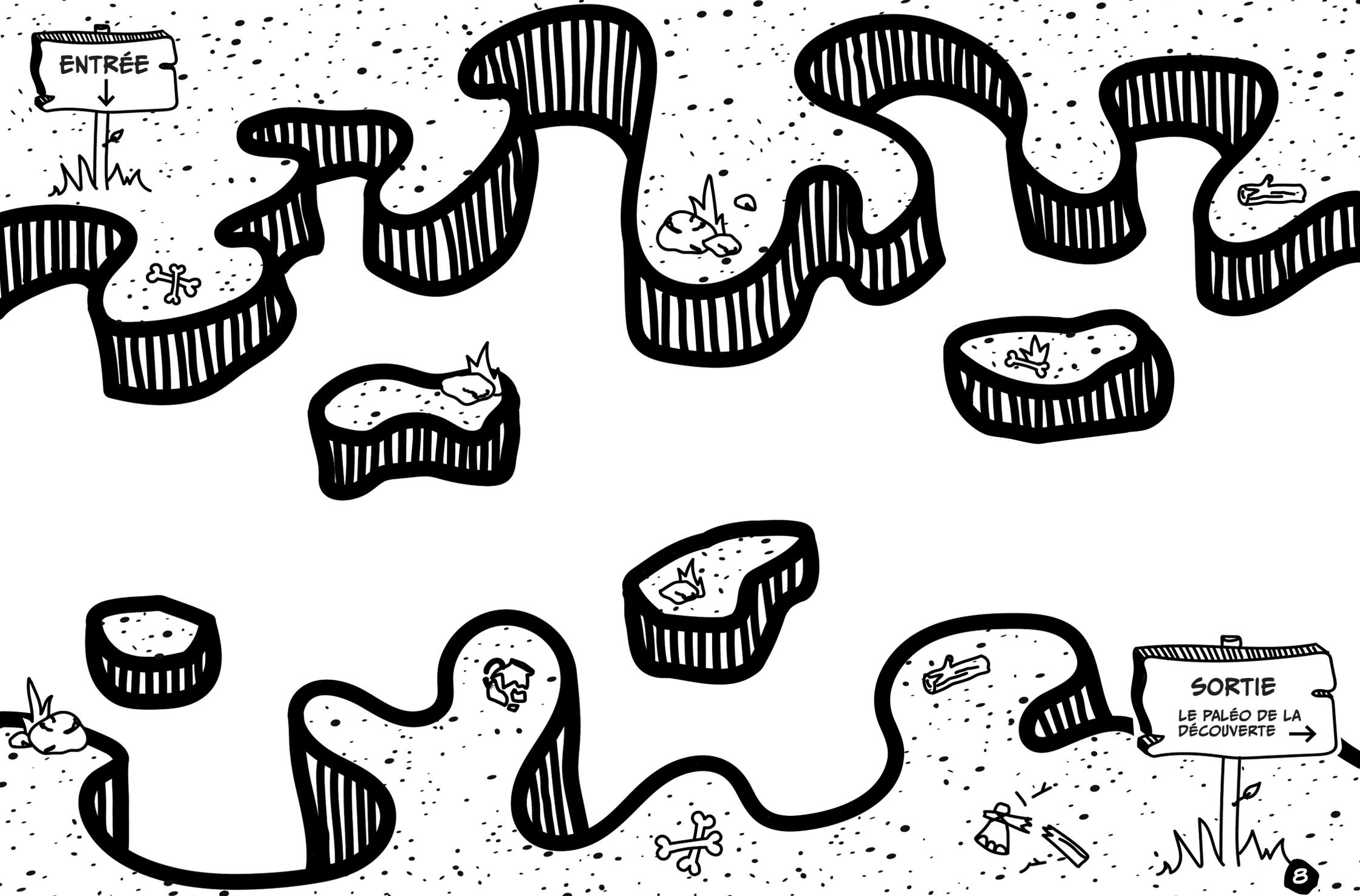
ENTRÉE
↓

Nm



ENTRÉE

Nm

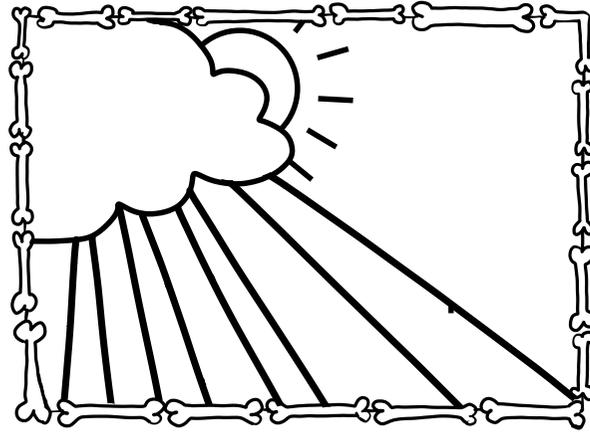


SORTIE
LE PALÉO DE LA
DÉCOUVERTE →

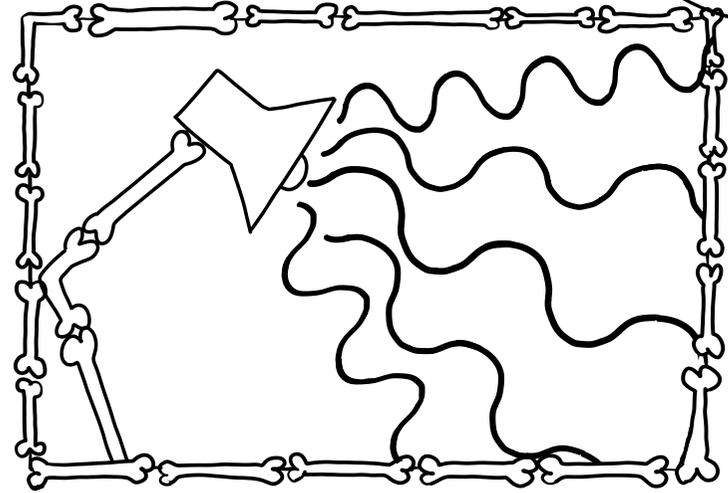
Nm

BIENVENUE
AU PALÉO DE LA DÉCOUVERTE,
NOTRE MUSÉE DE SCIENCE.

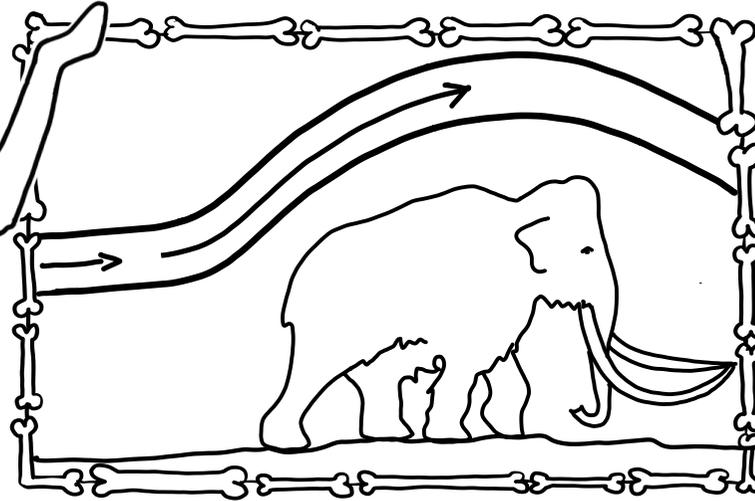
D'APRÈS TOI QUELLE EST LA BONNE
DÉFINITION DE LA LUMIÈRE ?



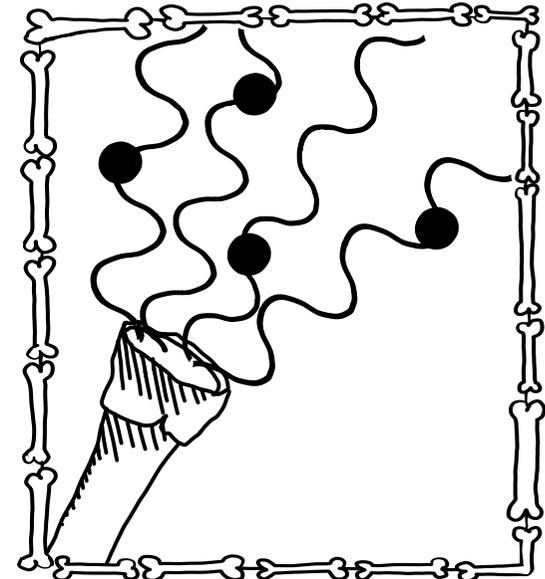
① LA LUMIÈRE, C'EST
DES RAYONS GÉOMÉTRIQUES



② LA LUMIÈRE EST UNE ONDE ÉLECTROMAGNÉTIQUE
QUI AVANCE À 300 000 KM/S



③ LA LUMIÈRE HABITE UN ESPACE-TEMPS RELATIVISTE
DÉFORMÉ PAR LES MAMMOUTHS CORPS



④ LA LUMIÈRE EST COMPOSÉE
DE PHOTONS QUANTIQUES

Réponse : Toutes ces définitions de la lumière sont justes !
Tout dépend de l'échelle à laquelle on se place.



ÉPREUVE 2
COURS DE CRO-MAGNON

MODE D'EMPLOI



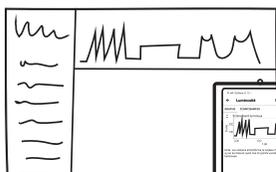
① Choisis une des trois partitions cro-magnon et lance le **capteur Intensité sonore** sur Phyphox. Appuie sur **play**. Ton téléphone mesure l'intensité de ta voix.



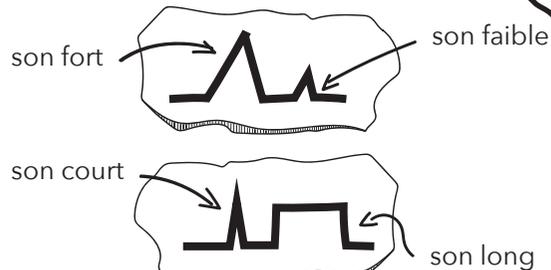
②  Mets toi à **crier les sons en essayant de reproduire la forme de la courbe** le plus fidèlement possible.

Mets toi à **crier les sons en essayant de reproduire la forme de la courbe** le plus fidèlement possible.

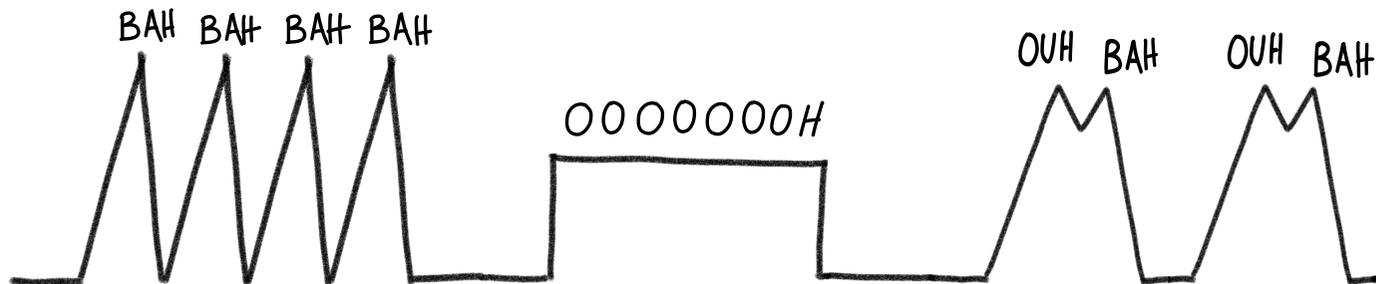
③ Compare la courbe obtenue sur phyphox avec la courbe ci-contre. L'équipe qui a **les courbes les plus fidèles** à la partition remporte l'épreuve.



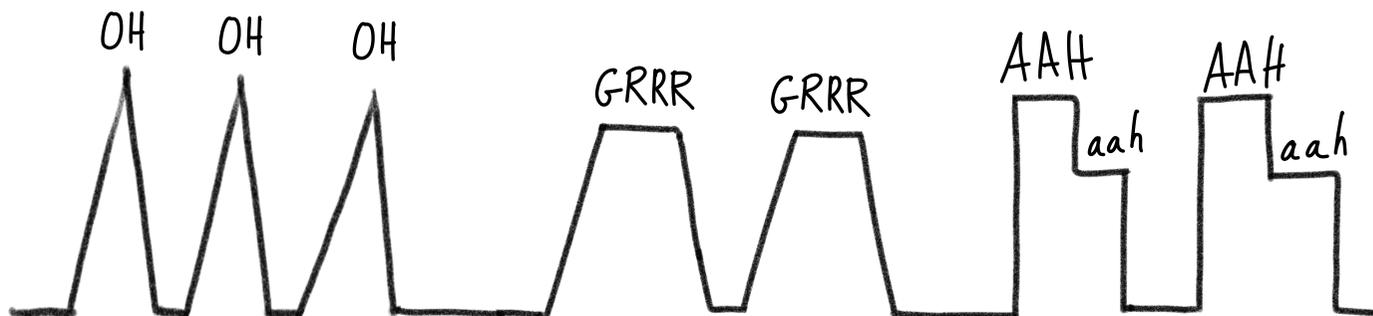
POUR INFO



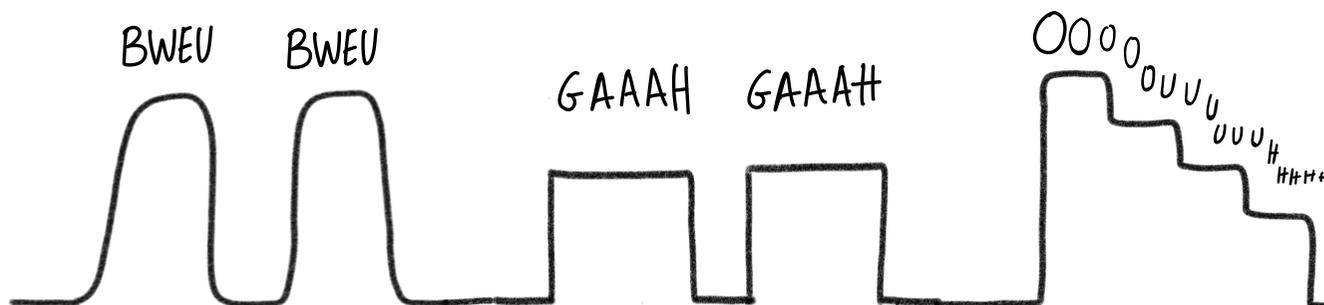
PARTITION 1



PARTITION 2



PARTITION 3



QUE SE PASSE-T-IL QUAND TU FAIS "AAAHHHH" ?



TES CORDES VOCALES
VIBRENT

CELA FAIT VIBRER L'AIR QUI SE COMPRI
ET SE DILATE. CES COMPRESSIONS
AVANCENT À 330 M/S.

ELLES FONT VIBRER LA MEMBRANE
DU MICRO DU SMARTPHONE
ET ÇA SE TRANSFORME EN UN SIGNAL
ÉLECTRIQUE DÉTECTÉ PAR PHYPHOX.



ÉPREUVE 3 **TERRASSE LE T-REX**

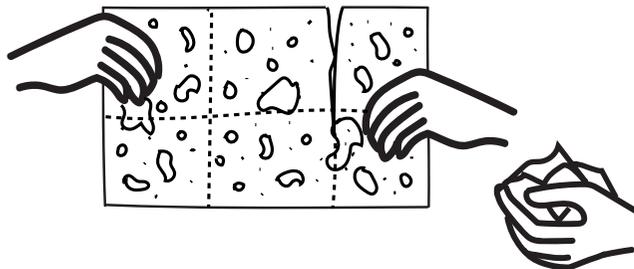
MODE D'EMPLOI



CHAQUE ÉQUIPE DISPOSE DE DEUX PAGES CARRIÈRE DE PIERRE ET D'UNE PAGE T-REX ET JOUE EN MÊME TEMPS.

MISE EN PLACE DU JEU

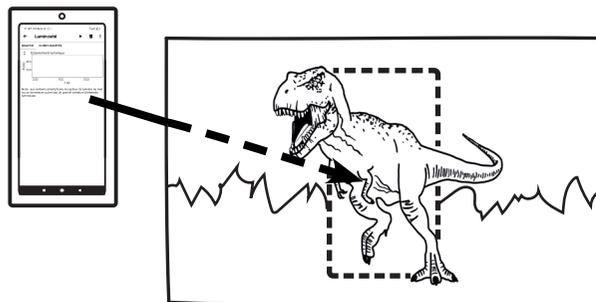
- ① Prépare tes **munitions** en déchirant 2 feuilles carrière de pierre selon les pointillés et forme des **boulettes** (6 par page).



- ② Lance le capteur **Accélération** avec **g** sur Phyphox et appuie sur **play**. Ton smartphone mesure maintenant sa propre **accélération**. Dès qu'une boulette va le toucher, il sera légèrement accéléré et on le verra sur la mesure.

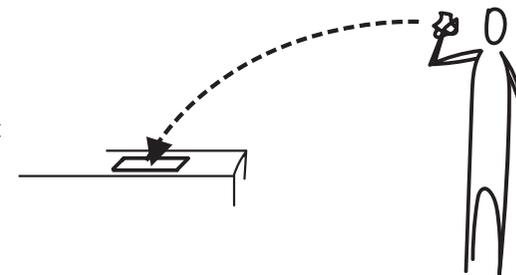


- ③ Pose ton smartphone sur une table et **place la feuille T-rex par dessus**. Ton smartphone doit être **sous la zone en pointillés**.



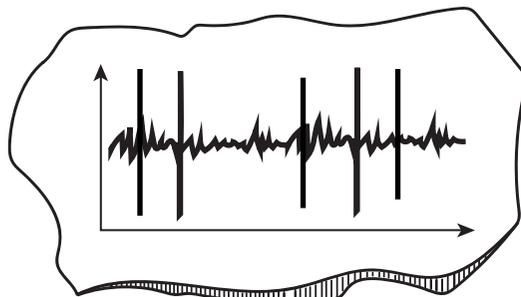
DÉROULÉ DU JEU

- ④ Place-toi à environ 2 mètres de la cible. **Attaque le T-rex** avec ton équipe en lui lançant les **12 boulettes de papier**.



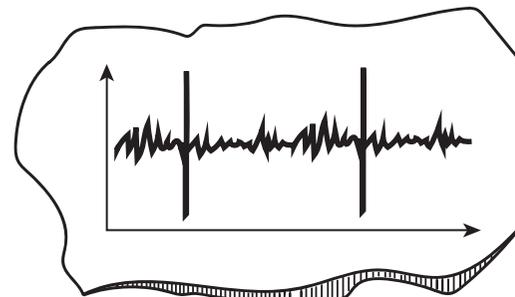
COMMENT GAGNER ?

- ⑤ **Compte le nombre de pics** sur ta courbe, ceux-ci correspondent au **nombre de boulettes qui ont touché le T-rex**. L'équipe qui en a le plus remporte l'épreuve.



5 pics = 5 boulettes

✓
GAGNÉ



2 pics = 2 boulettes

✗
PERDU

CARRIÈRE DE PIERRE

C'EST LUI PIERRE



CARRIÈRE DE PIERRE

C'EST LUI PIERRE



CARRIÈRE DE PIERRE

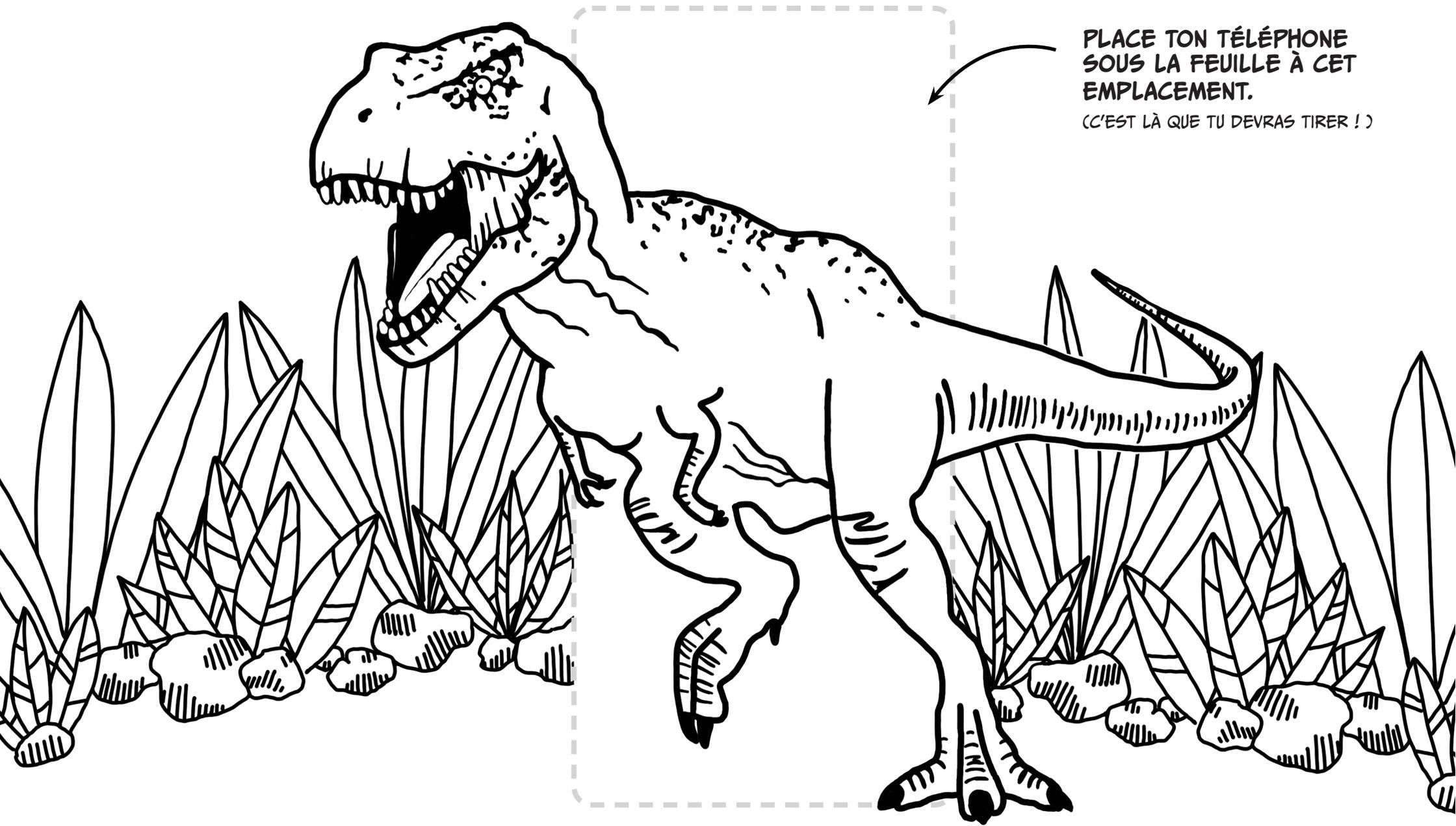
C'EST LUI PIERRE



CARRIÈRE DE PIERRE

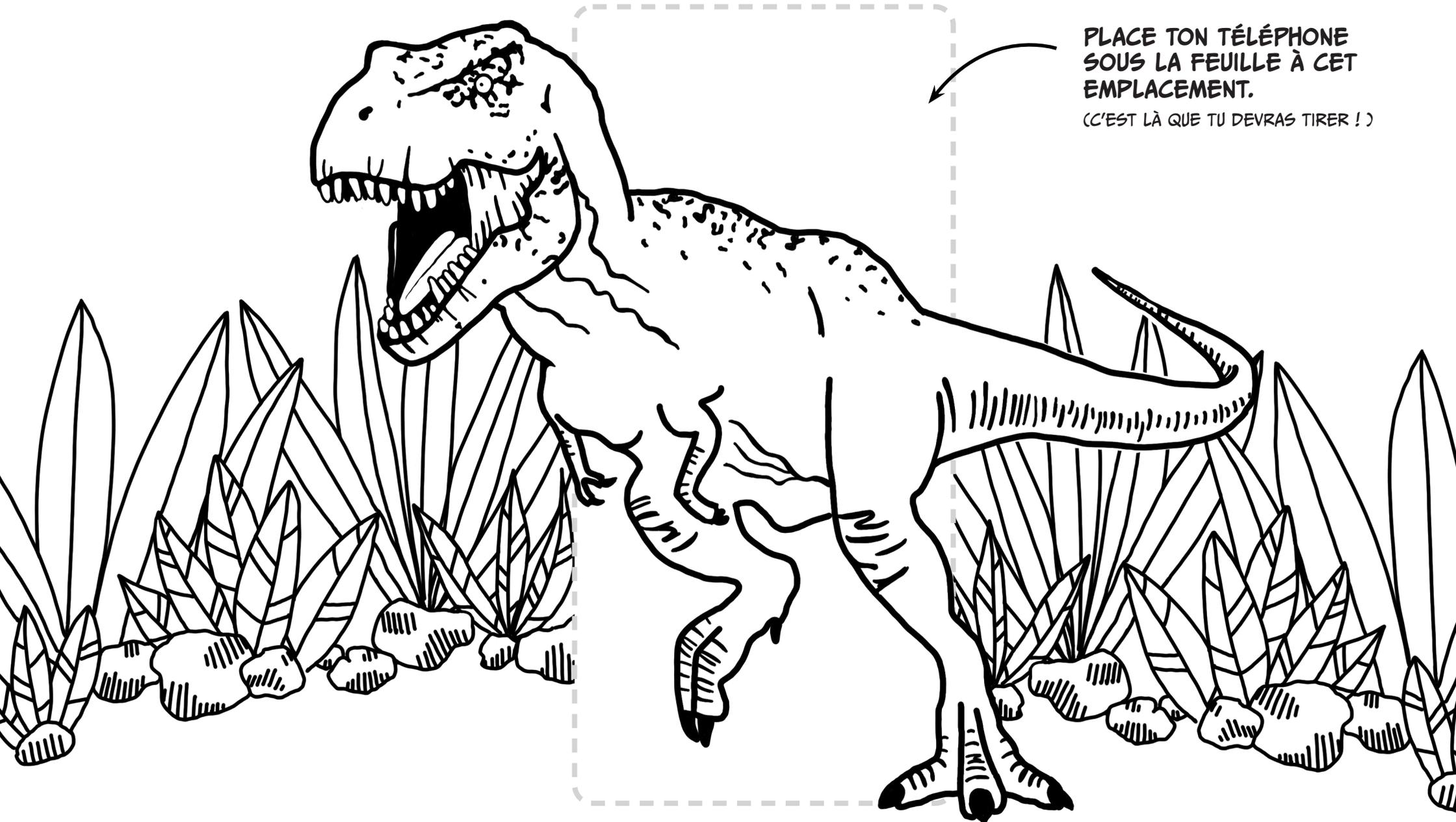
C'EST LUI PIERRE





PLACE TON TÉLÉPHONE
SOUS LA FEUILLE À CET
EMPLACEMENT.

(C'EST LÀ QUE TU DEVRAS TIRER !)



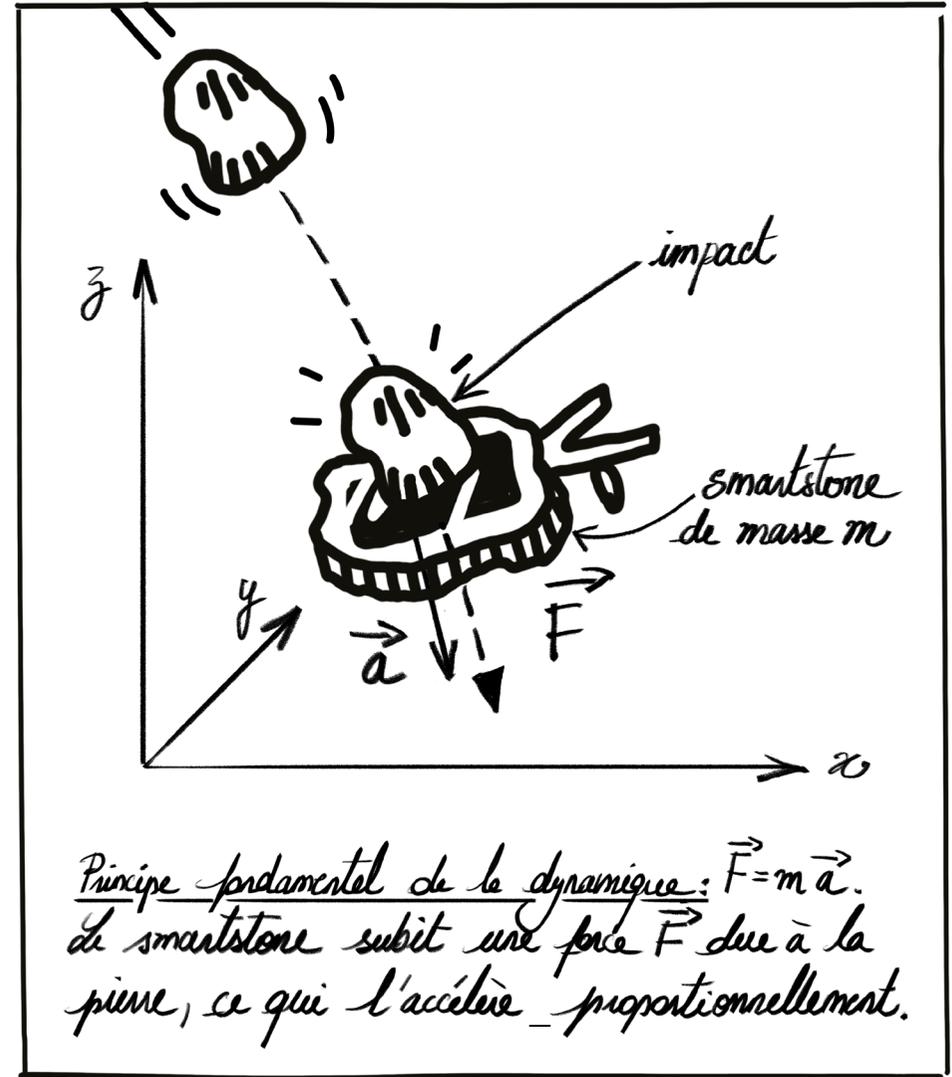
PLACE TON TÉLÉPHONE
SOUS LA FEUILLE À CET
EMPLACEMENT.

(C'EST LÀ QUE TU DEVRAS TIRER !)

CE QU'UN CRO-MAGNON
COMME VOUS ET MOI VOIT :



CE QU'UN CRO-MAGNON PHYSICIEN VOIT :





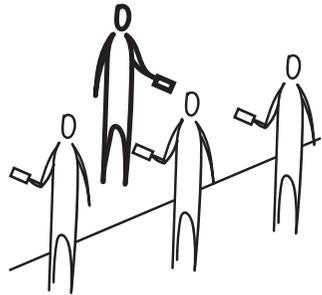
ÉPREUVE 4

LE RYTHME DANS LA PEAU

MODE D'EMPLOI



① Un **meneur de danse** est désigné dans chaque équipe. Il choisit une **chorégraphie** et se met face aux autres joueurs de son équipe.



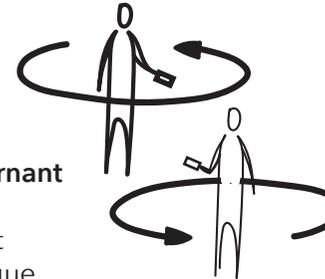
② Que tu sois meneur ou suiveur, **tiens ton téléphone à plat** dans ta main.



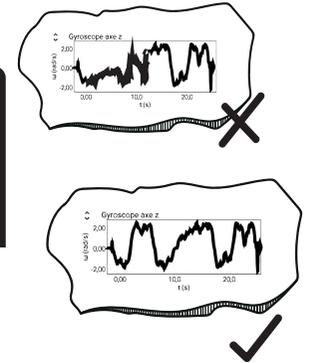
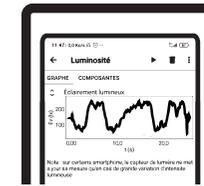
③ Tous les joueurs choisissent le **Gyroscope** sur Phyphox et appuient sur **play**. Le smartphone va mesurer la **vitesse et le sens de rotation** de chacun.



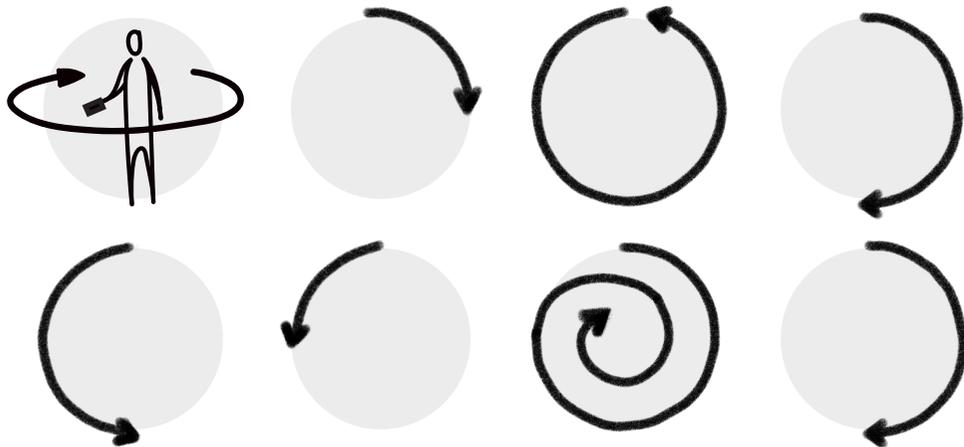
④ Le meneur suit les symboles de la chorégraphie **en tournant sur lui-même**. Les suiveurs tournent **dans le même sens** que que le meneur (attention aux effets miroir).



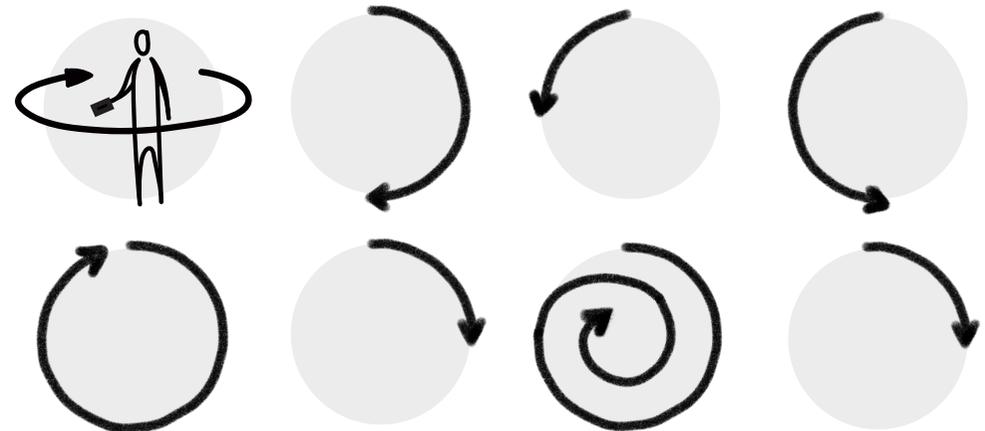
⑤ Les suiveurs comparent la **courbe selon z (la 3e)** obtenue en tournant avec celle du meneur. L'équipe où les courbes **se ressemblent le plus** remporte l'épreuve.



CHORÉGRAPHIE 1



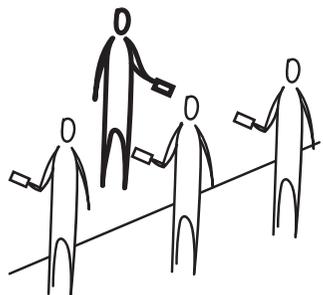
CHORÉGRAPHIE 2



MODE D'EMPLOI



① Un **meneur de danse** est désigné dans chaque équipe. Il choisit une **chorégraphie** et se met face aux autres joueurs de son équipe.



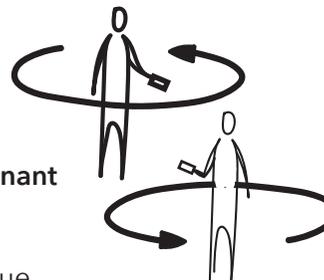
② Que tu sois meneur ou suiveur, **tiens ton téléphone à plat** dans ta main.



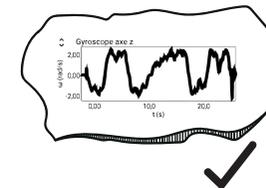
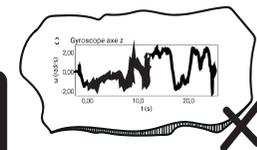
③ Tous les joueurs choisissent le **Gyroscope** sur Phyphox et appuient sur **play**. Le smartphone va mesurer la **vitesse et le sens de rotation** de chacun.



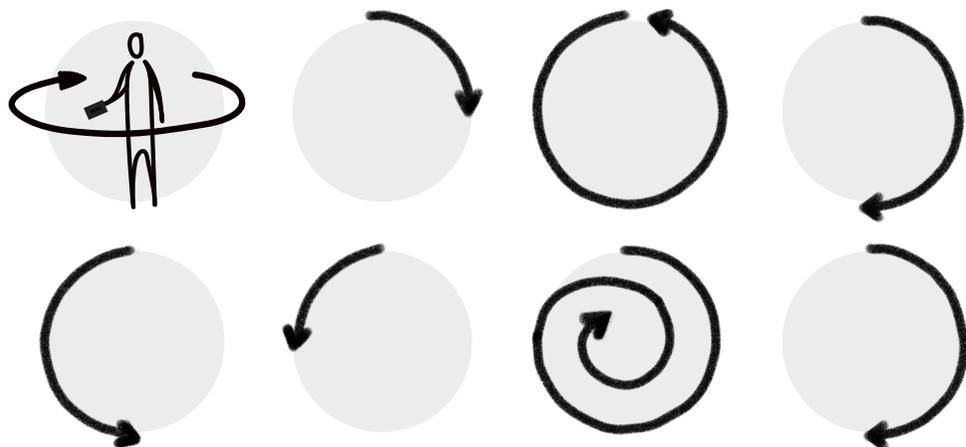
④ Le meneur suit les symboles de la chorégraphie **en tournant sur lui-même**. Les suiveurs tournent **dans le même sens** que que le meneur (attention aux effets miroir).



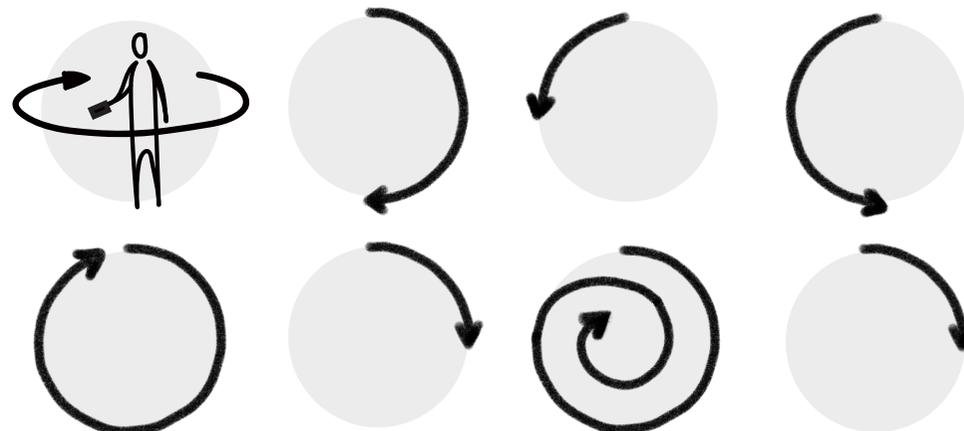
⑤ Les suiveurs comparent la **courbe selon z (la 3e)** obtenue en tournant avec celle du meneur. L'équipe où les courbes **se ressemblent le plus** remporte l'épreuve.



CHORÉGRAPHIE 1



CHORÉGRAPHIE 2



QUEL EST LE RECORD DE LA PLUS GRANDE VITESSE DE ROTATION ?

CHEZ LES CRO-MAGNONS

DANS LE FUTUR (EN 2018)



CRO-DUR S'ENTRAÎNE DEPUIS 6 ANS, IL ATTEINT MAINTENANT LA VITESSE DE 1,2 TOUR PAR SECONDE.

des physiciens ont fait léviter
un nano-haltere de 100 nanomètres
(1 dixième de millionième de mètre)

puis ils l'ont fait tourner

PHYSICAL REVIEW LETTERS 121, 033603 (2018)

Optically Levitated Nanodumbbell Torsion Balance and GHz Nanomechanical Rotor

Jonghoon Han,¹ Zhujing Xu,² Jaehoon Bang,¹ Yu-Hao Deng,³ Thai M. Hoang,^{2,*} Qinkai Han,¹ Ren-Min Ma,^{3,5,6} and Tongcang Li^{1,2,6,7,8}

¹School of Electrical and Computer Engineering, Purdue University, West Lafayette, Indiana 47907, USA
²Department of Physics and Astronomy, Purdue University, West Lafayette, Indiana 47907, USA
³State Key Lab for Mesoscopic Physics and School of Physics, Peking University, Beijing 100871, China
⁴The State Key Laboratory of Tribology, Tsinghua University, Beijing 100084, China
⁵Purdue Quantum Center, Purdue University, West Lafayette, Indiana 47907, USA
⁶Collaborative Innovation Center of Quantum Matter, Beijing 100871, China
⁷Birck Nanotechnology Center, Purdue University, West Lafayette, Indiana 47907, USA

(Received 18 April 2018; published 20 July 2018)

Levitated optomechanics has great potential in precision measurements, thermodynamics, macroscopic quantum mechanics, and quantum sensing. Here we synthesize and optically levitate silica nanodumbbells in high vacuum. With a linearly polarized laser we observe the torsional motion of an optically levitated nanodumbbell. This levitated nanodumbbell has a high quality factor and a torsional nature of balance, and provides rapid and accurate frequency measurements. We have a 76-nm silica nanodumbbell to rotate beyond 1 GHz, which is the fastest nanomechanical rotor realized to date. Smaller silica nanodumbbells can rotate at higher frequencies. DOI: 10.1103/PhysRevLett.121.033603

**RECORD DU MONDE:
2,2 MILLIARDS DE TOURS PAR SECONDE !!!**

(a) A diagram showing a nanodumbbell (two spheres connected by a rod) levitated in a vacuum. A vertical dashed line labeled 'k' represents the optical trapping axis. A horizontal arrow labeled 'Rotation' indicates the direction of rotation. Below the dumbbell, a horizontal arrow labeled 'E' indicates the energy level.

(b) A Power Spectral Density (PSD) plot showing a sharp peak at 2.2138 GHz. The y-axis is labeled 'PSD (a.u.)' and ranges from 0 to 2x10^-7. The x-axis is labeled 'Signal frequency (GHz)' and ranges from 2.21 to 2.24. The peak is circled in red.

COMPTEZ VOS MÉDAILLES... QUI EST LE GAGNANT ?

NOM DE LA TRIBU GAGNANTE :

.....

FELICITATIONS
VOUS ETES LA TRIBU DE L'ANNEE !!!

CRO-SIGNATURE DES MEMBRES :

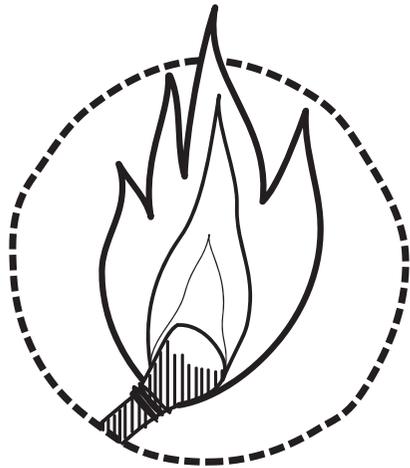


CE PROJET A ÉTÉ RÉALISÉ PAR AGATHE LACOMBE ET IRIS LAUMER
EN COLLABORATION AVEC L'ÉQUIPE "LA PHYSIQUE AUTREMENT" (UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY, CNRS).

Il a bénéficié du soutien de la Chaire « La Physique Autrement » portée par la fondation Paris-Saclay et soutenue par le groupe Air Liquide.
Merci au Centre d'Expérimentation Pédagogique de l'Institut Villebon-Georges Charpak pour son accueil. Retrouvez le projet sur www.vulgarisation.fr.

BONUS : QUEL CRO-MAGNON ES-TU ?

C'EST BIEN DE GAGNER, MAIS C'EST ENCORE MIEUX DE CONNAÎTRE SES FORCES ET SES FAIBLESSES CHEZ LES CRO-MAGNONS. LE PROFIL DU CROMAGNOTYPE QUI TE CORRESPOND EST CELUI ASSOCIÉ À L'ÉPREUVE DANS LAQUELLE TU T'ES DÉMARQUÉ(E) !



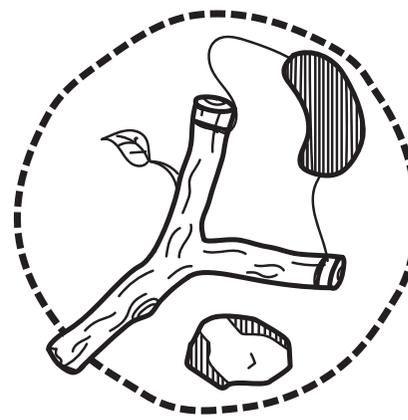
LE CRO-HABILE

TRAVERSER UNE GROTTÉ SOMBRE SANS TE COGNER AUX PAROIS ? FACILE ! TU ES HABILE, C'EST POURQUOI LES MEMBRES DE TA TRIBU FONT RÉGULIÈREMENT APPEL À TOI QUAND ILS NE PARVIENNENT PAS À FAIRE UNE TÂCHE QUI DEMANDE DE L'ADRESSE COMME TAILLER UN SILEX OU FABRIQUER DES HARPONS.



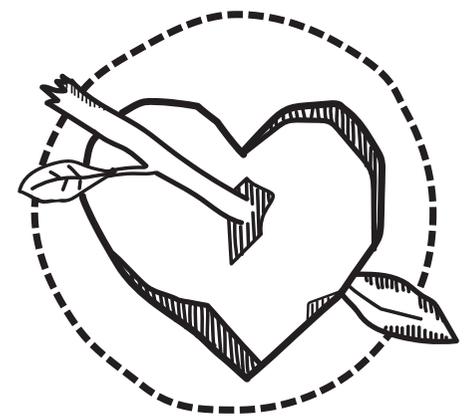
LE CRO-INTELLO

TU AS TOUJOURS ÉTÉ LE PREMIER À L'ÉCOLE DES CRO-MAGNONS. TU ES UN MAÎTRE EN MATIÈRE D'ÉLOQUENCE : «GRAOUH GRAOUH BAAAAAGA AH BWEEUHH», C'EST CE QUI FAIT DE TOI LA TÊTE PENSANTE DE TA TRIBU. TOUT LE MONDE T'ÉCOUTE ET TES IDÉES SONT SOUVENT CHOISIES.



LE CRO-BALÈZE

CE QUE TU PRÉFÈRES C'EST LE GRAND AIR ET L'EFFORT PHYSIQUE. TU NE RATES PAS UNE OCCASION POUR ALLER CHASSER LE MAMMOUTH ET TU NE RATES JAMAIS TA CIBLE. PLUTÔT SOLITAIRE TU SAIS AUSSI ALLIER TES FORCES À CELLES DE TA TRIBU LORSQUE C'EST (VRAIMENT) NÉCESSAIRE.



LE CRO-FÊTARD

TU AIMES METTRE LA BONNE AMBIANCE AUTOUR DE TOI. QUAND TA TRIBU EST D'HUMEUR MOROSE TU PARVIENS À LUI REDONNER LE SOURIRE. TU N'HÉSITES PAS À ORGANISER DES FÊTES POUR REMOTIVER LES TROUPES. À L'EXCEPTION DE MONSIEUR GRRR-INCHEUX, TOUT LE MONDE T'AIME.