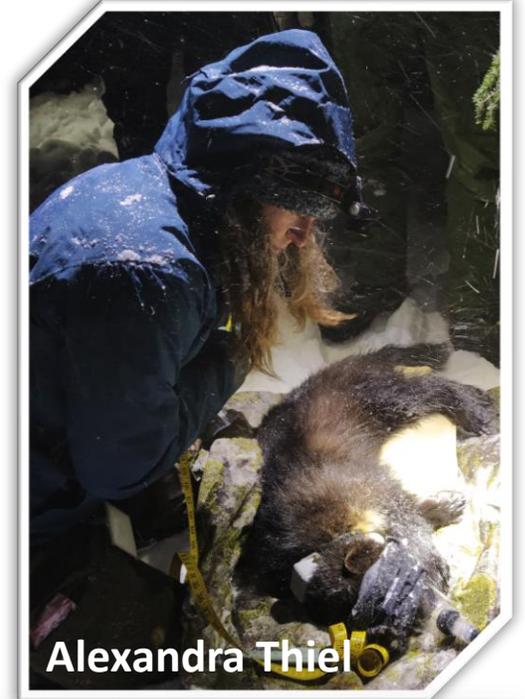


Phénologie de la reproduction de l'ours brun de Scandinavie

Facteurs influençant la fin de la diapause embryonnaire
et impact sur le succès reproducteur

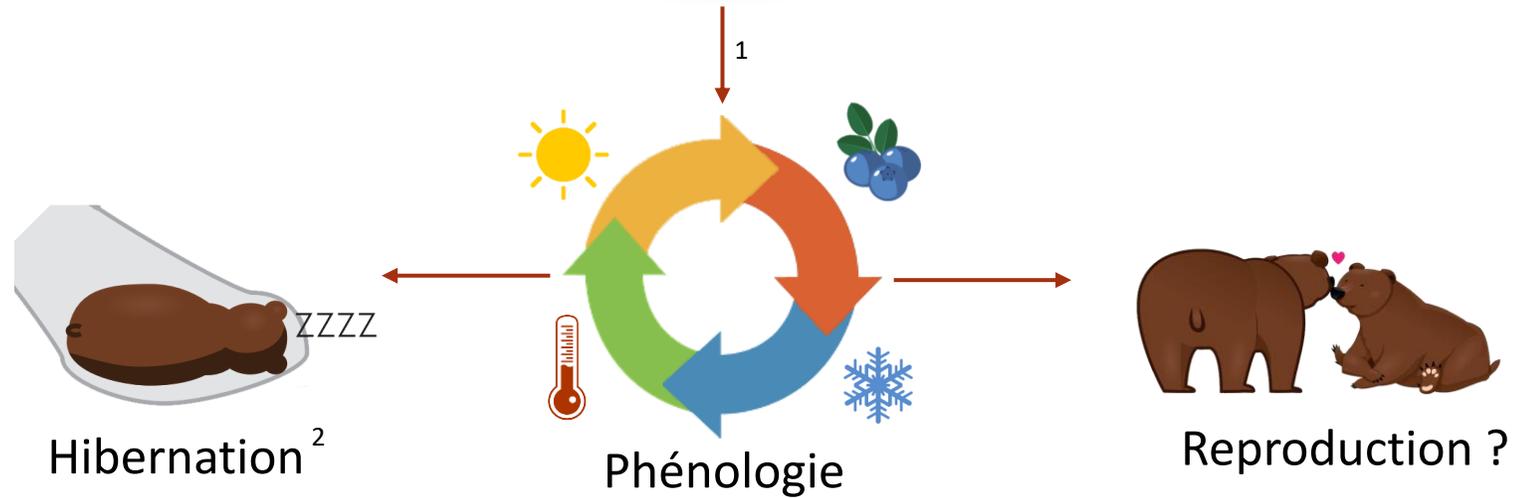
Lucie Lemière, Alexandra Thiel, Boris Fuchs, Alina Evans





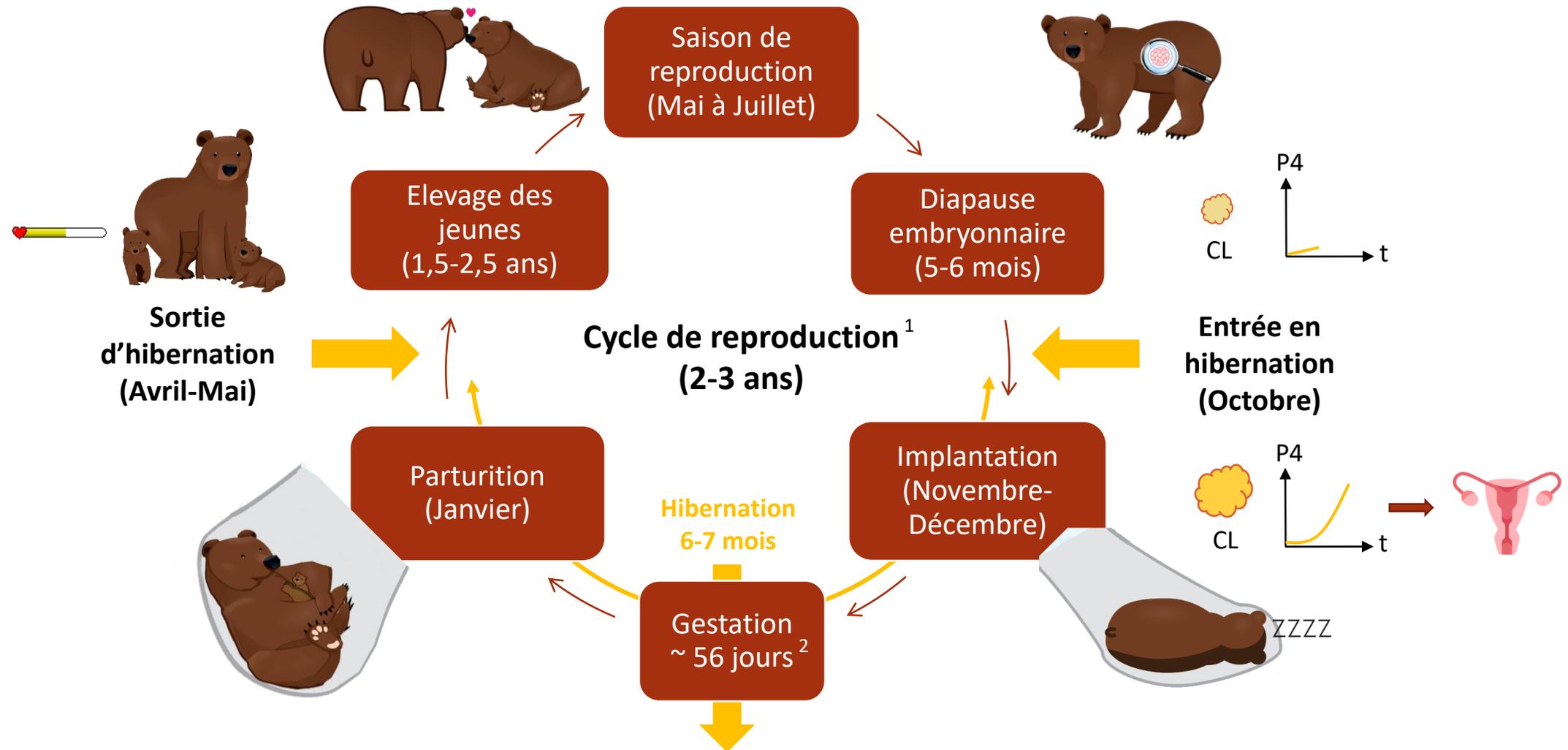
**Equipe « Ecophysiologie »
d'Evenstad**





→ Phénologie de la reproduction peu connue !

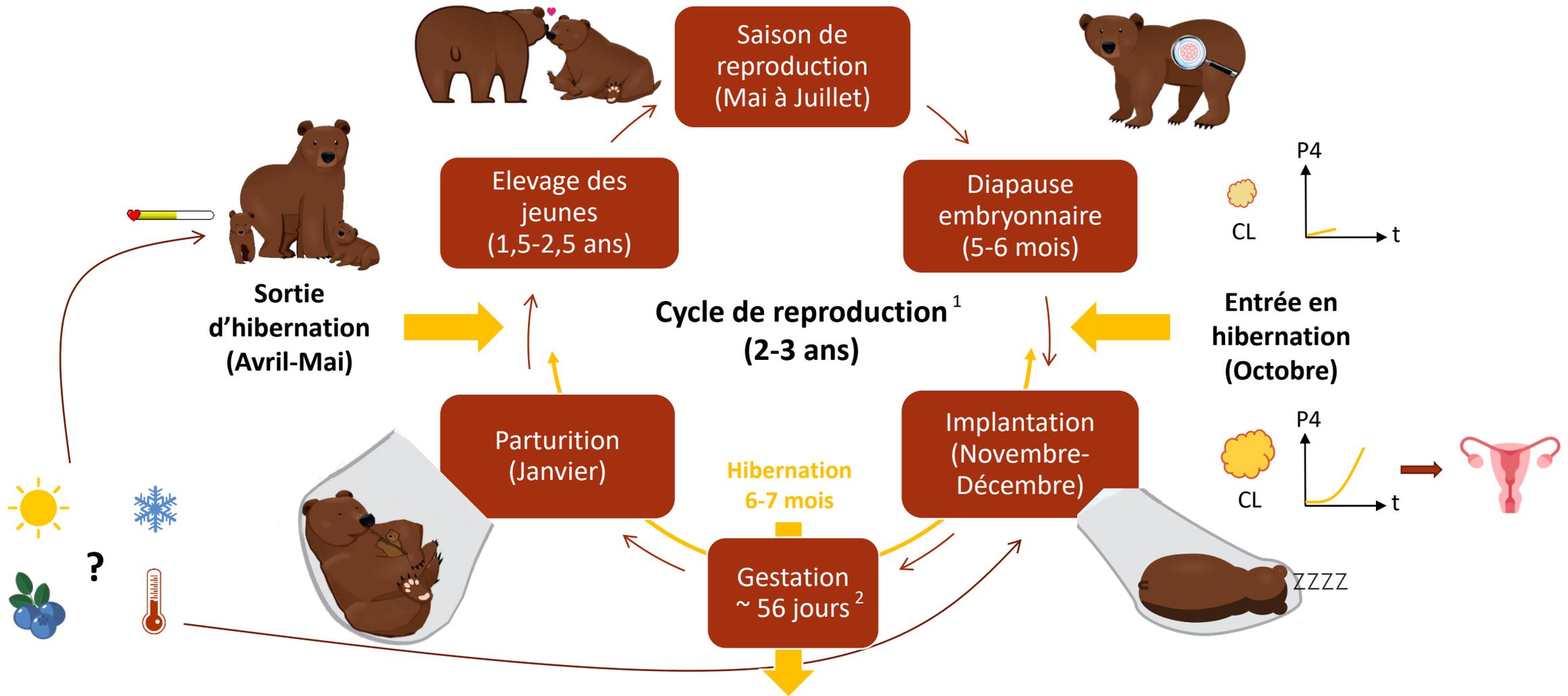
L'ours → seul mammifère avec implantation différée, gestation, parturition et lactation durant l'hibernation



Période critique pour la femelle gestante !

¹ Wimsatt, 1963; Tsubota, 1987; ² Friebe, 2014

L'ours → seul mammifère avec implantation différée, gestation, parturition et lactation durant l'hibernation

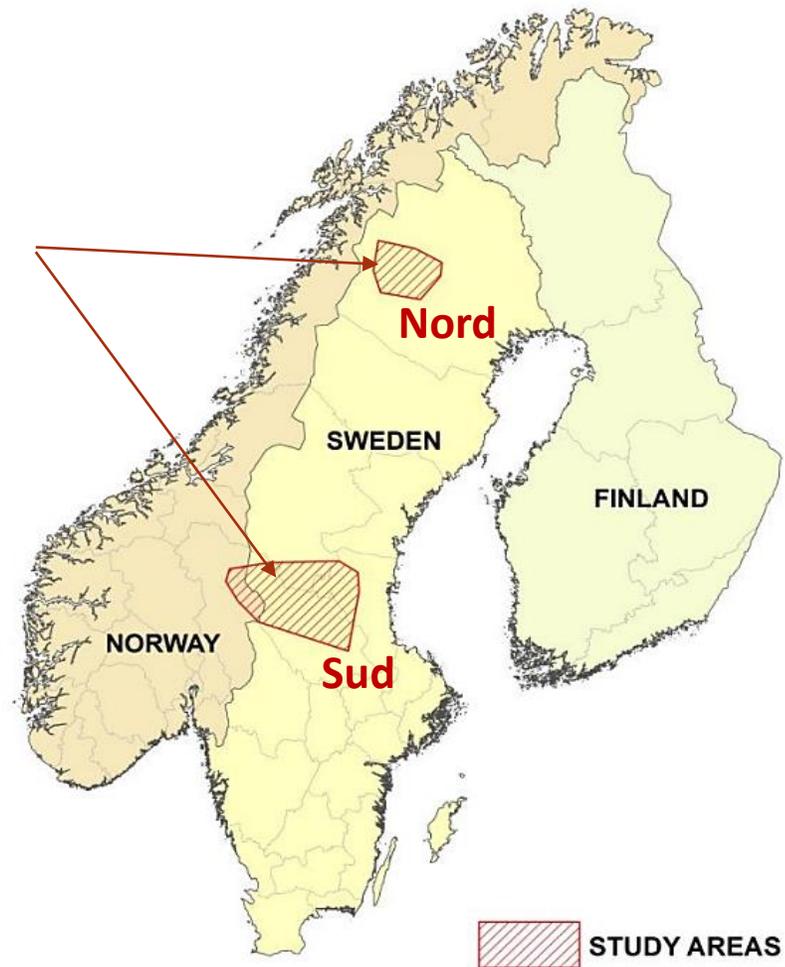


Période critique pour la femelle gestante !

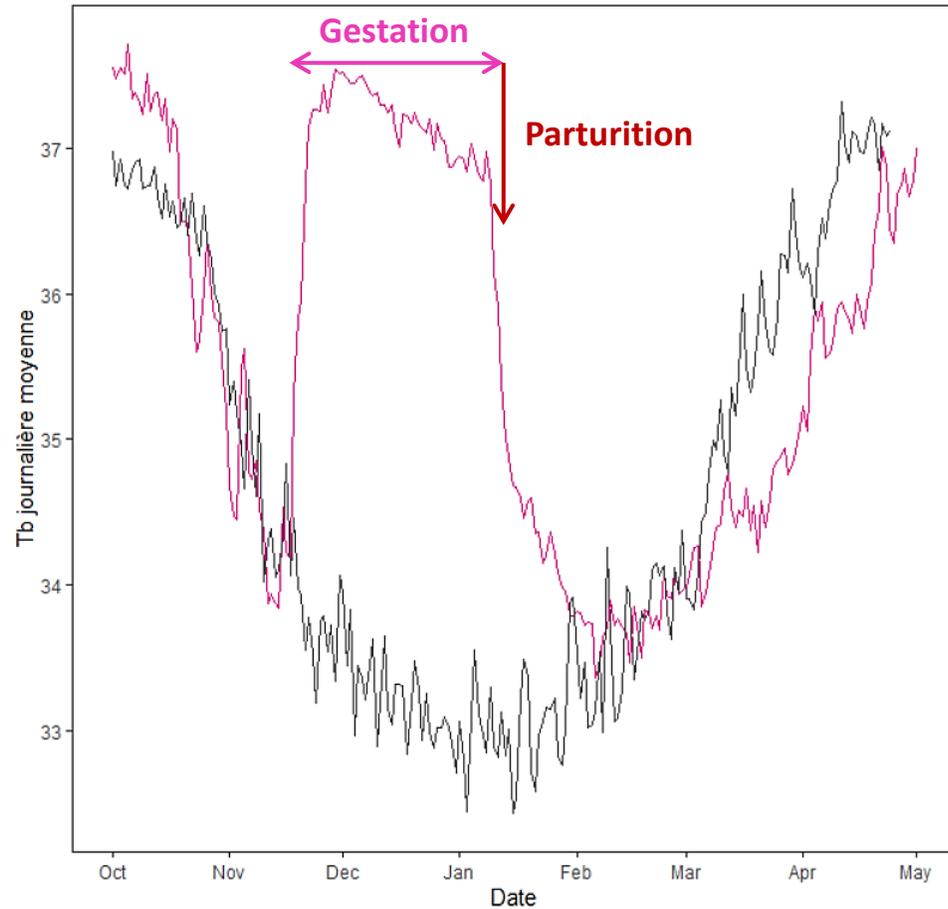
¹ Wimsatt, 1963; Tsubota, 1987; ² Friebe, 2014

Captures et recueil des données

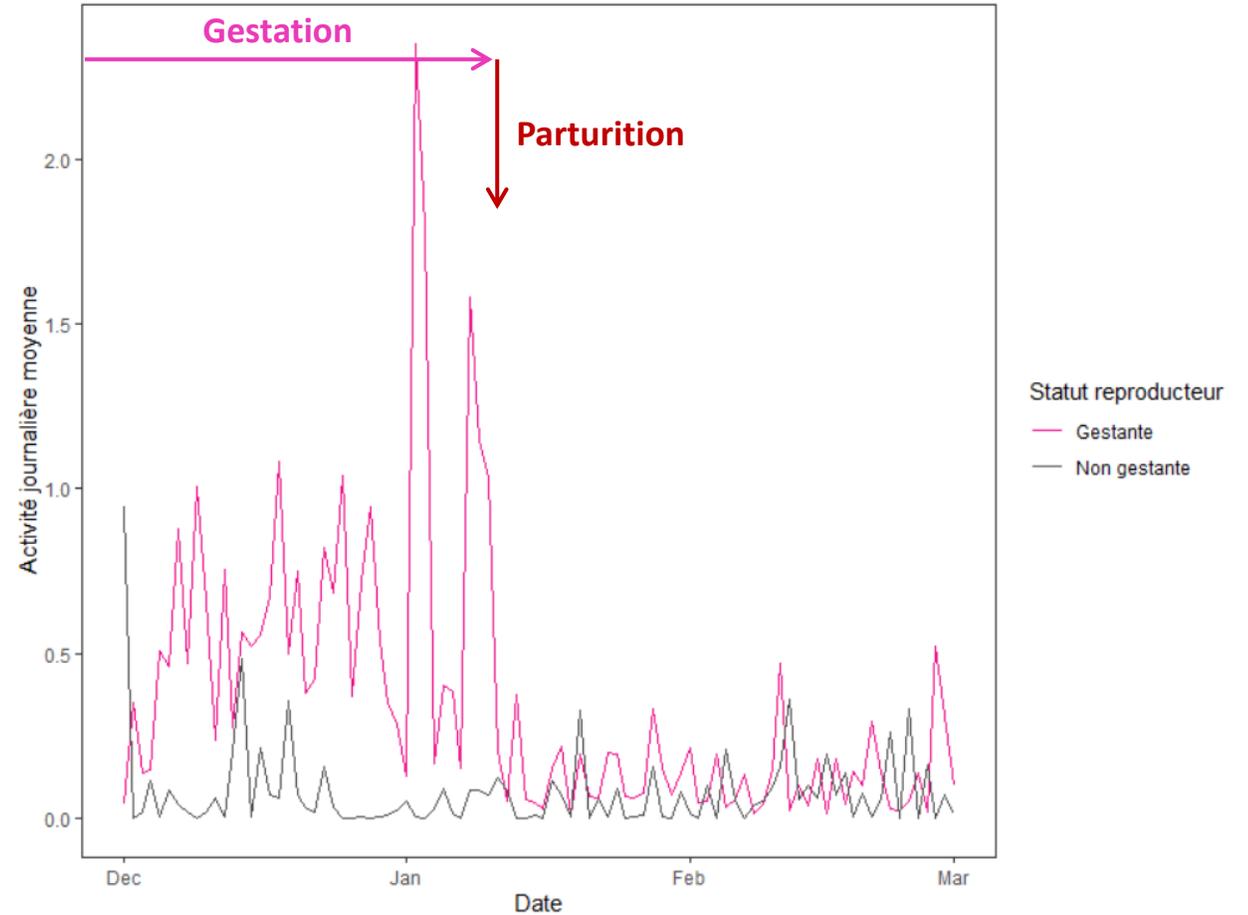
- 2011 – 2018
- 31 ourses gestantes
- 2 zones géographiques



Statut reproducteur

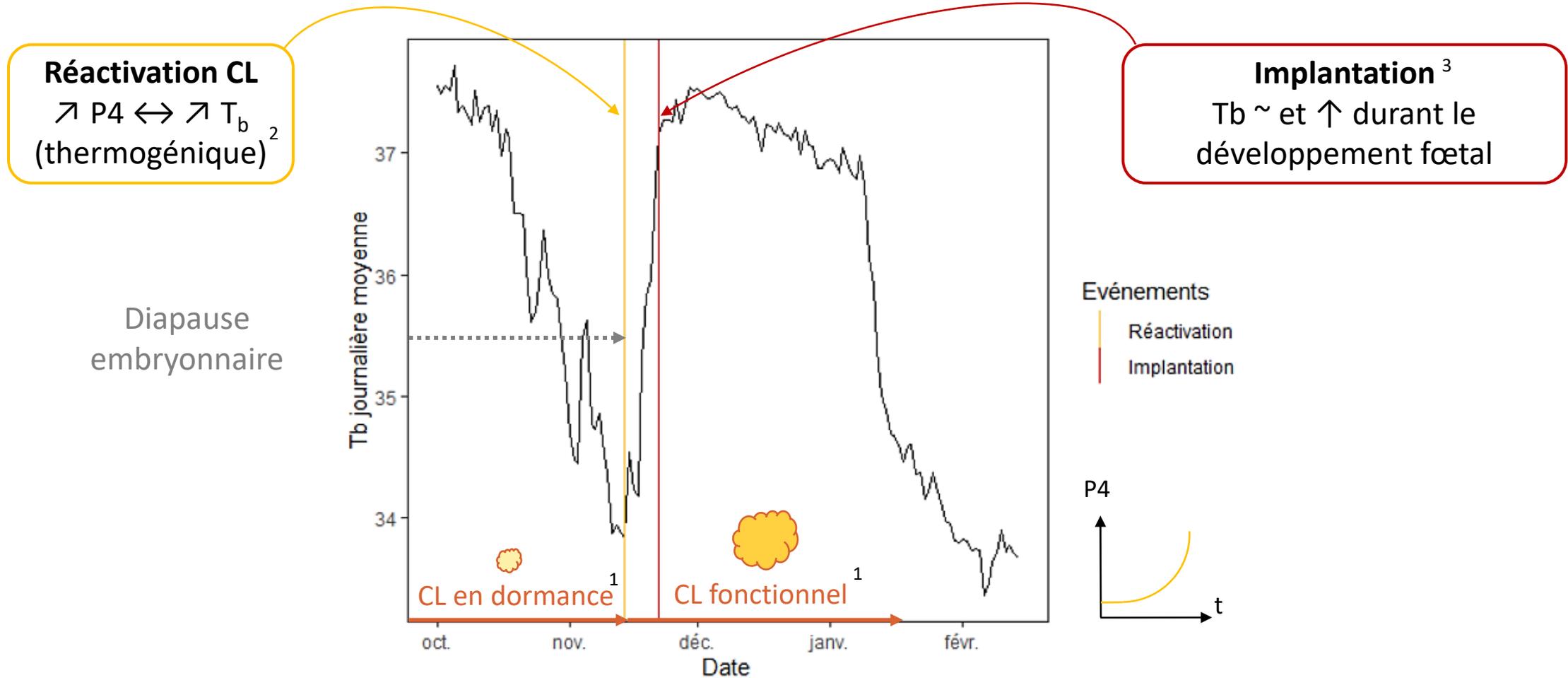


*Profil de température corporelle¹
(moyenne journalière)*



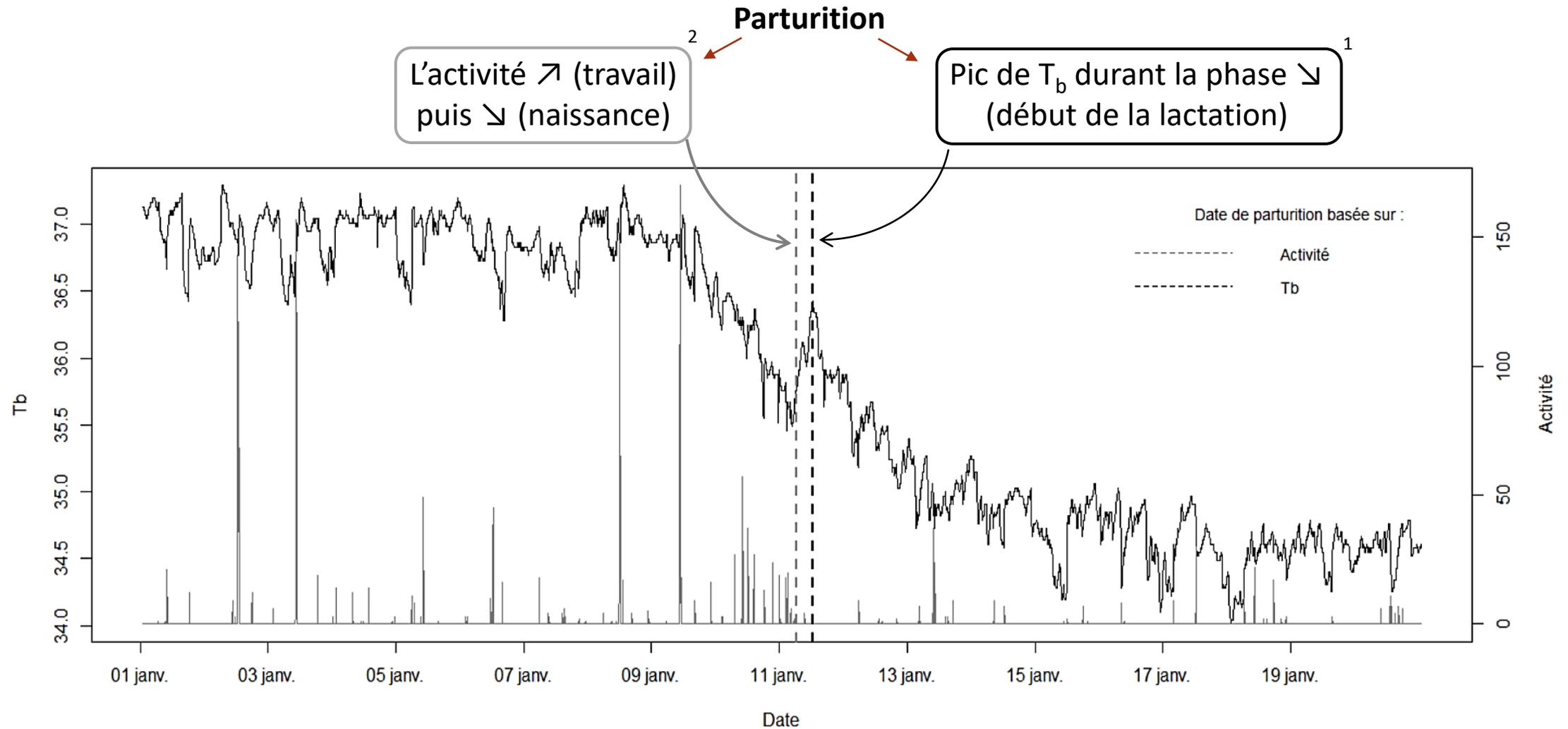
*Profil d'activité²
(moyenne journalière)*

Evénements liés à la gestation (1)



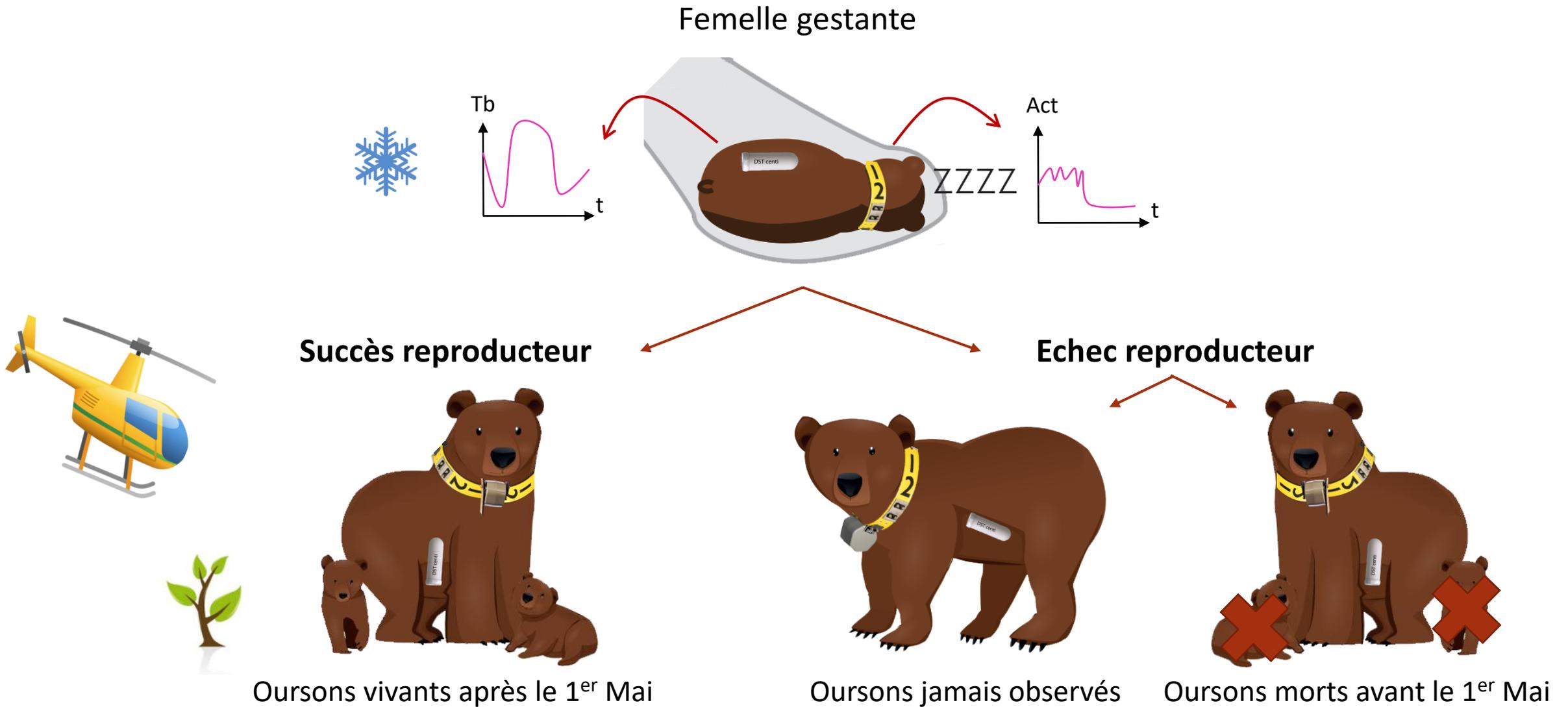
*Profil de température corporelle
 (moyenne journalière)*

Evénements liés à la gestation (2)



Profil d'activité et de température (bruts)

Succès reproducteur¹



Facteurs influençant le début de la gestation et le succès reproducteur ?

✓ Facteurs intrinsèques



▪ Age¹

- Subadulte (≤ 7 ans)
- Adulte (≥ 8 ans)



▪ Primiparité

- Primipare
 - Multipare
- } (profil activité ou T_b)



▪ Début de l'hibernation

- Physiologique ($T_b < 36^\circ\text{C}$)
- Comportementale (GPS)

✓ Facteurs extrinsèques



▪ Latitude

- Sud : 61°N
- Nord : 67°N



▪ Photopériode le jour de l'entrée dans la tanière

- Dernier jour où la lumière est perceptible
- Synchronise la diapause chez les carnivores²



▪ Abondance en baies en été³

- Indice d'état corporel en automne
- Index compris entre 0 et 1

Facteurs influençant le début de la gestation et le succès reproducteur ?

✓ Facteurs intrinsèques

- 
 - Age¹
 - Subadulte (≤ 7 ans)
 - Adulte (≥ 8 ans)
 - 
 - Primiparité
 - Primipare
 - Multipare
- } (profil activité ou T_b)
- 
 - Début de l'hibernation
 - Physiologique ($T_b < 36^\circ\text{C}$)
 - Comportementale (GPS)

✓ Facteurs extrinsèques

- 
 - Latitude
 - Sud : 61°N
 - **Nord : 67°N**
- 
 - Photopériode le jour de l'entrée dans la tanière
 - Dernier jour où la lumière est perceptible
 - Synchronise la diapause chez les carnivores²
- 
 - Abondance en baies en été³
 - Indice d'état corporel en automne
 - Index compris entre 0 et 1



Analyses statistiques

Modèles linéaires généralisés

- M1 : Réactivation du corps jaune ~   
(N = 10 adultes, 5 au sud et 5 au nord -> max 1 variable; Distribution = normale)
- M2 : Parturition ~    
(N = 24, 11 adultes et 13 subadultes -> max 2 variables et 1 interaction; Distribution = normale)
- M3 : Succès reproducteur ~    
(N = 24, 11 adultes et 13 subadultes -> max 2 variables et 1 interaction; Distribution = binomiale)

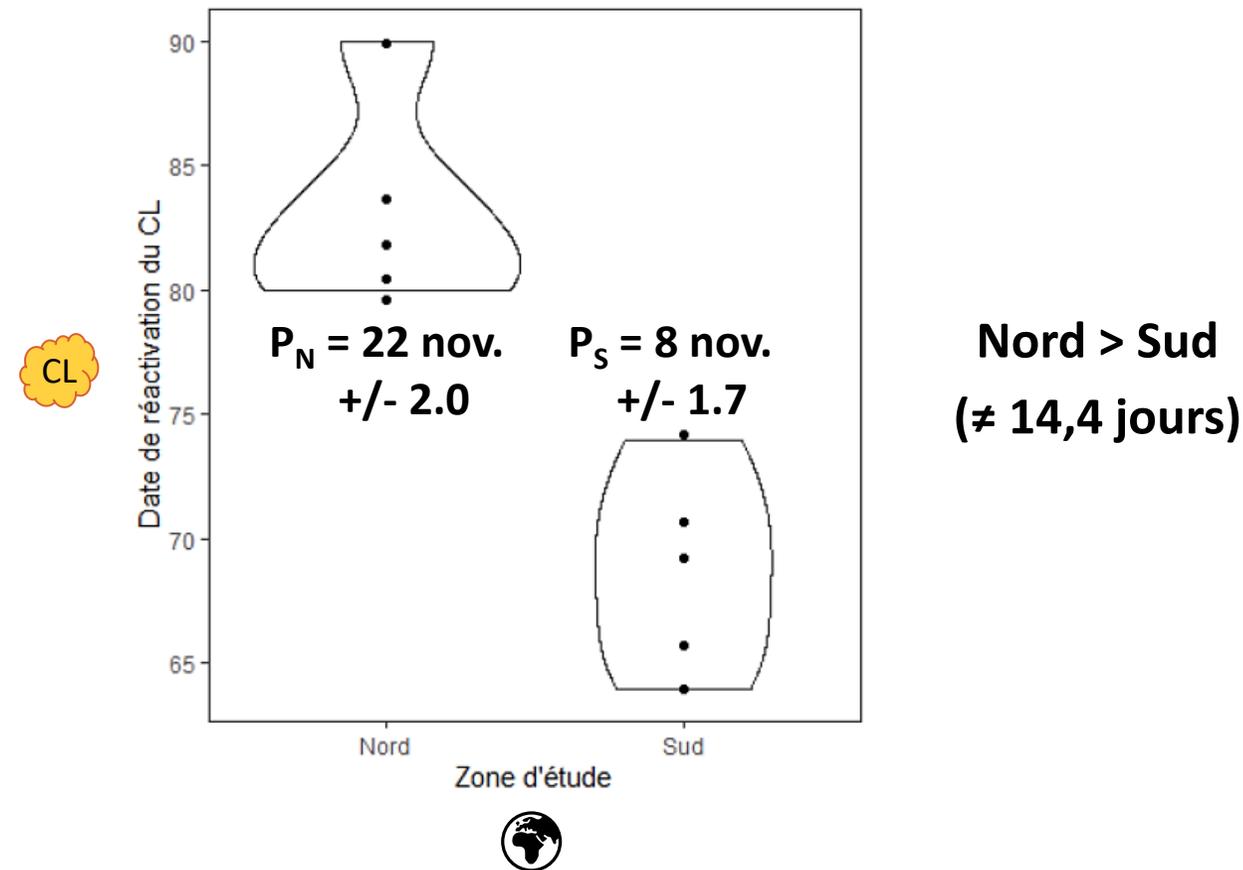
Nombre maximum de variables adapté à l'effectif

Sélection : modèle avec AICc le plus faible et $\Delta AICc < 2$



Facteurs externes influençant le début de la gestation

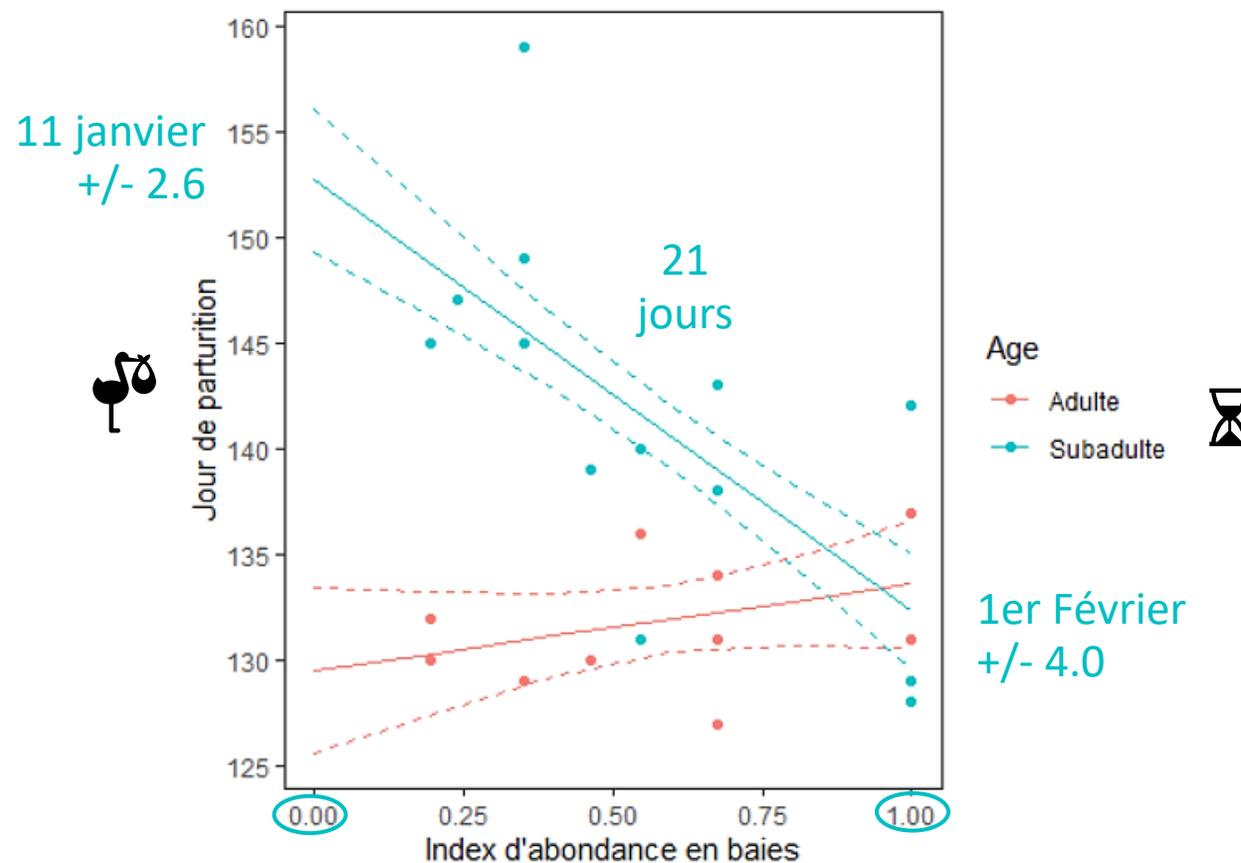
M1 : Réactivation du corps jaune ~ Latitude de la zone d'étude



*Dates de la réactivation du CL en fonction de la zone
(origine = 1^{er} sept.)*

Facteurs internes influençant le début de la gestation

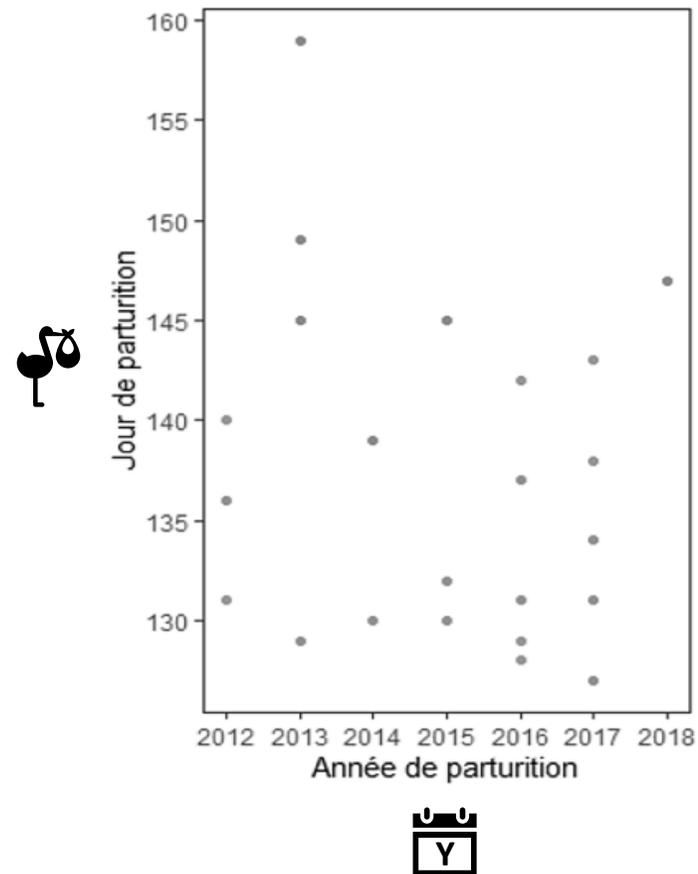
M2 : Parturition \sim Age * Abondance en baies



Dates de parturition en fonction de l'abondance en baies et de l'âge
(origine = 1^{er} sept.)

Dates de parturition au cours du temps

Pas de tendance évidente

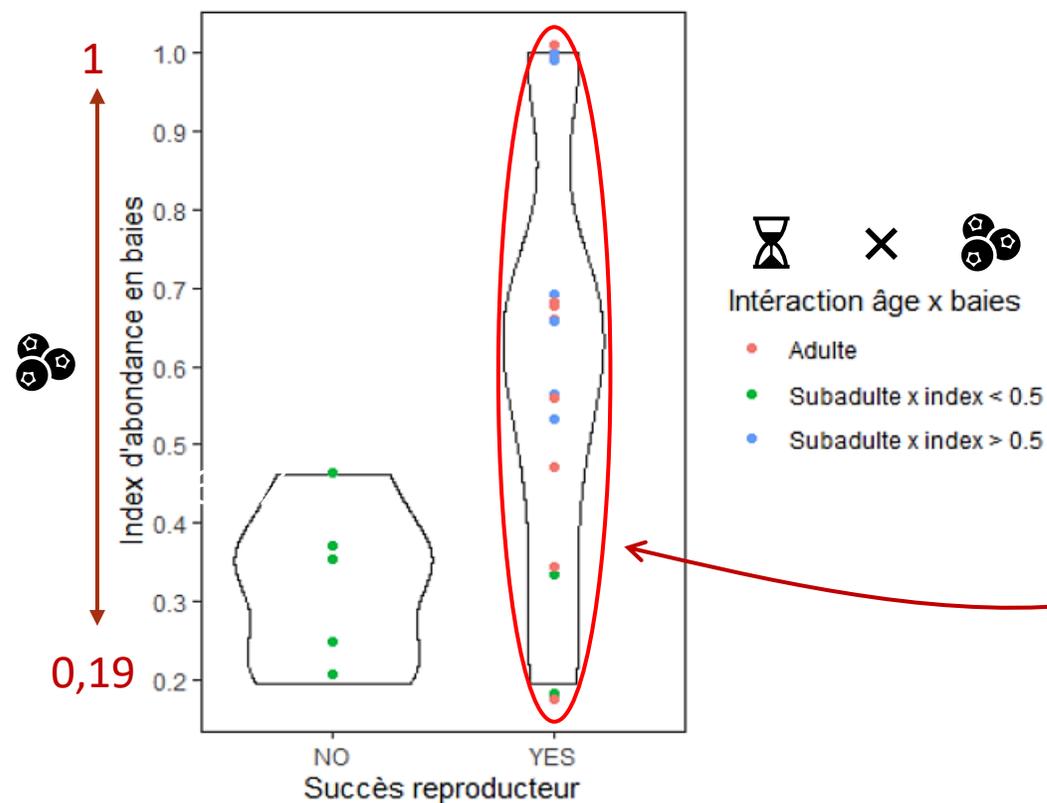


*Dates de parturition au cours du temps dans la zone sud
(2012 – 2018)*

Facteurs influençant le succès reproducteur (1)

M3 : Succès reproducteur \sim Age + Abondance en baies \rightarrow

**Coefficients
non estimables**



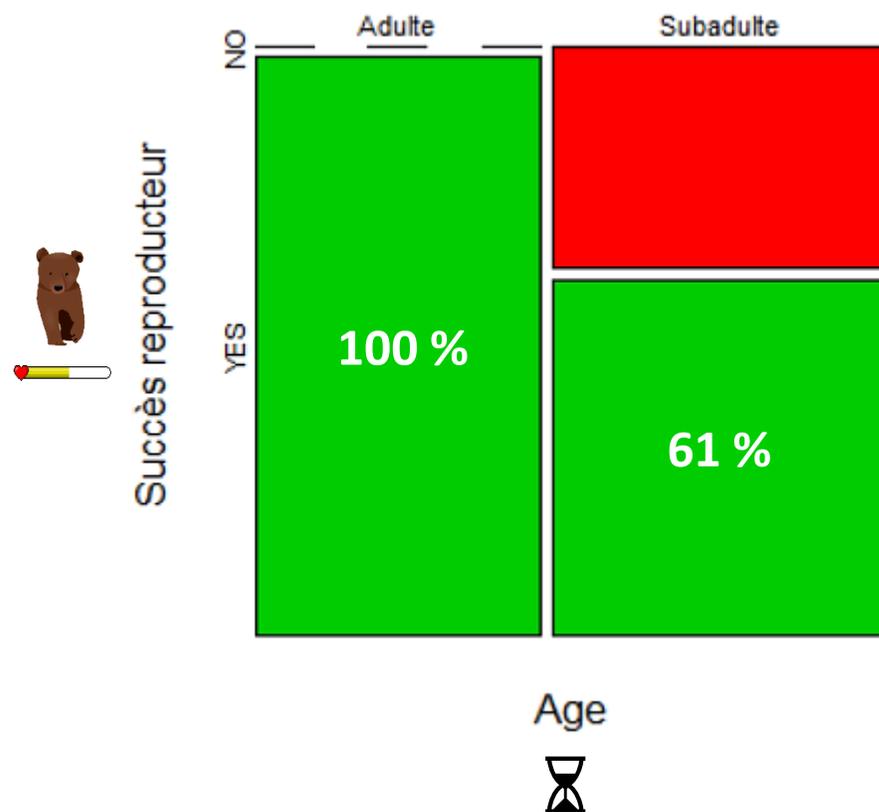
Absence de variabilité
chez les adultes



Succès reproducteur en fonction de l'abondance en baies dans la zone sud (2012-2018)

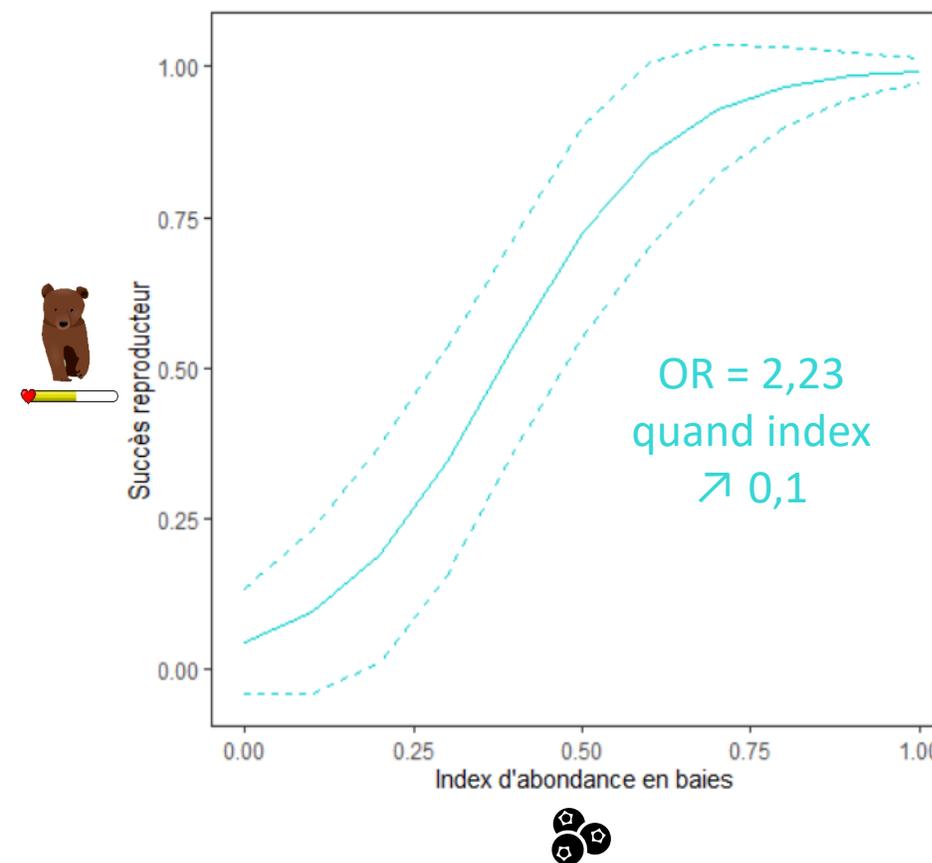
Facteurs influençant le succès reproducteur (2)

1. Test des rangs signés de Wilcoxon ($p=0,04$)



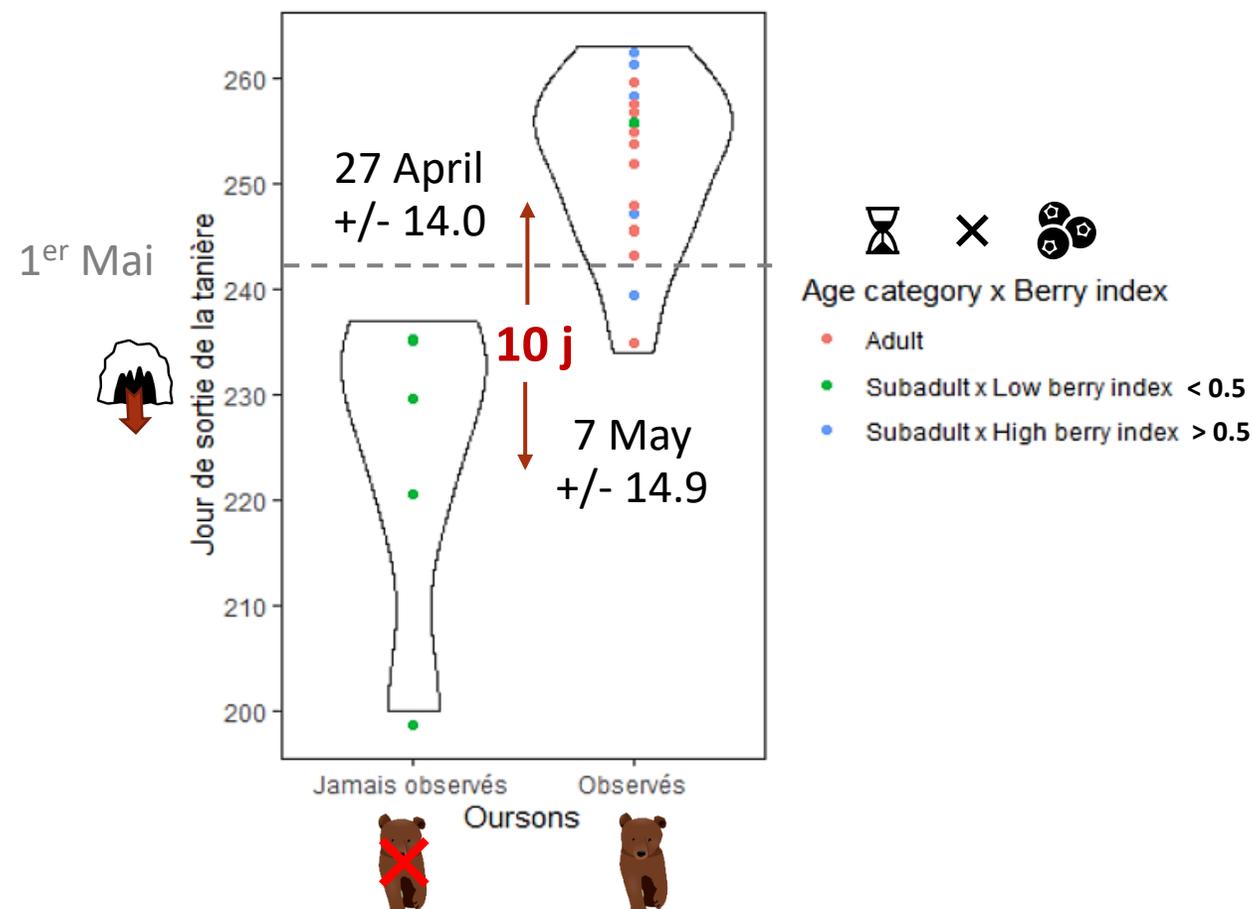
Succès reproducteur moyen chez les adultes et les subadultes

2. Succès reproducteur (subadultes) ~ Abondance en baies



Probabilité d'un succès reproducteur chez les subadultes en fonction de l'abondance en baies

Facteurs influençant le succès reproducteur (3)

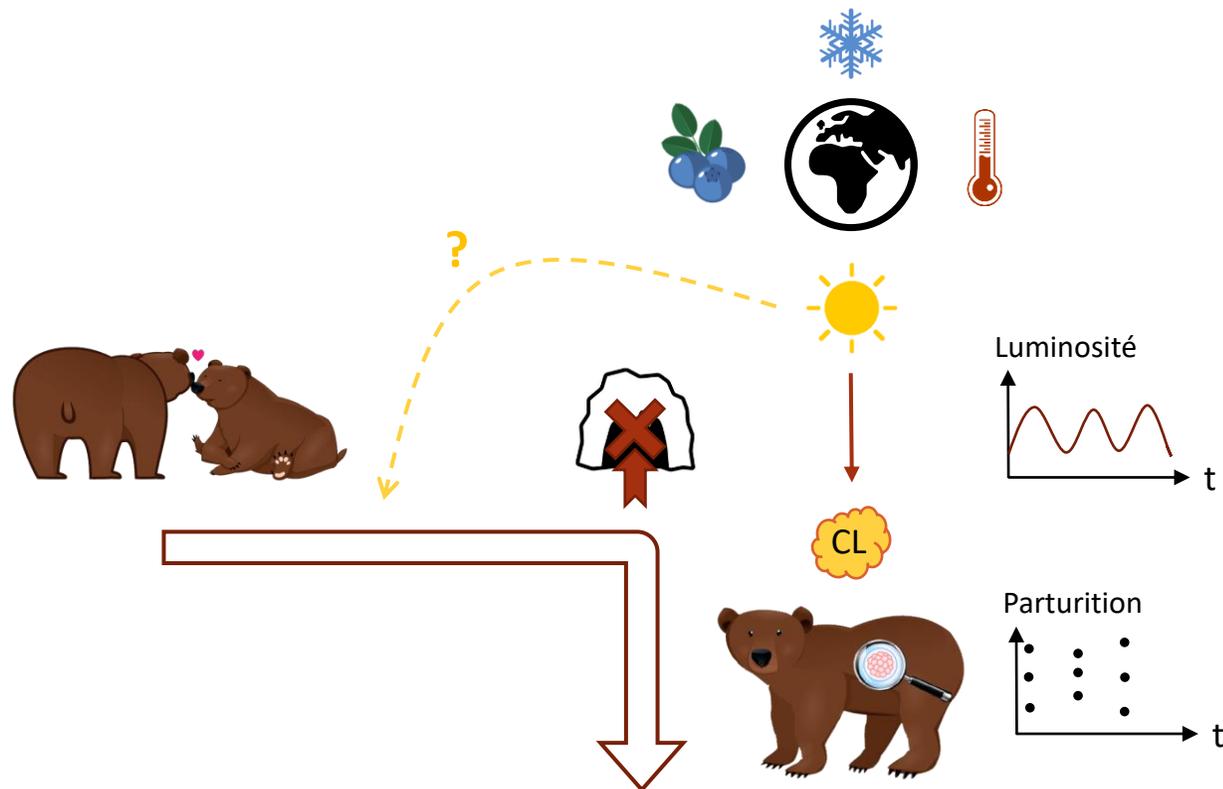


*Dates de sortie de la tanière en fonction de l'interaction âge*baies pour les mères dont les oursons ont été observés ou non au printemps (origine = 1^{er} sept.)*

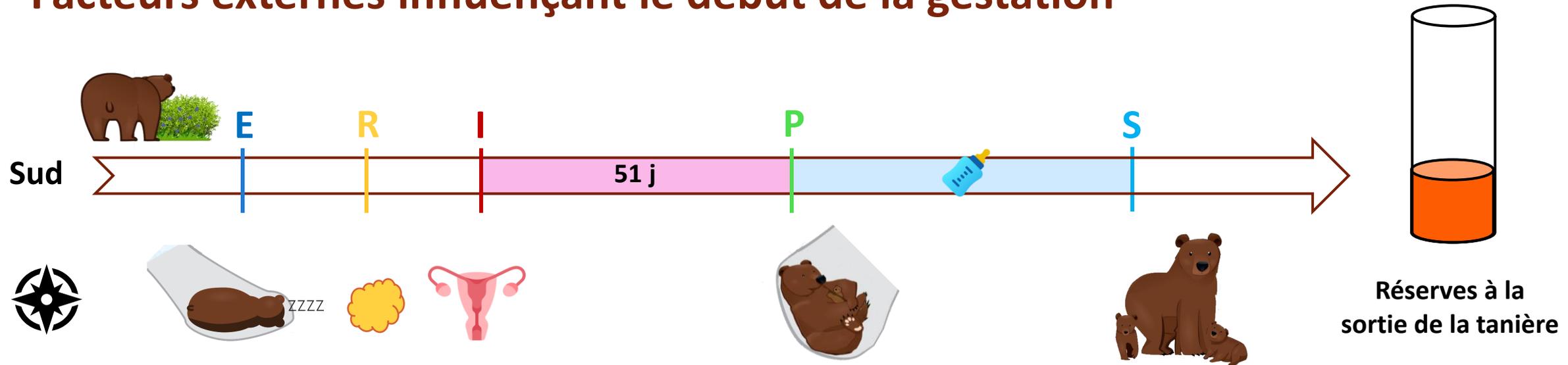
Facteurs externes influençant le début de la gestation

Fin de la diapause embryonnaire plus tardive au nord qu'au sud

Idem chez les autres carnivores¹

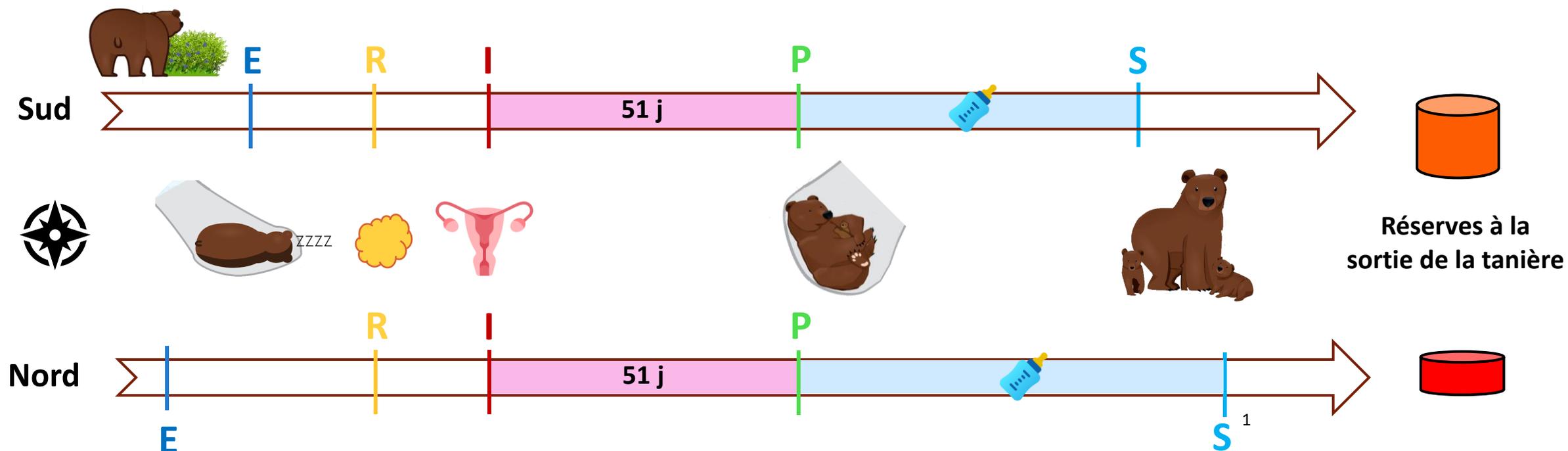


Facteurs externes influençant le début de la gestation



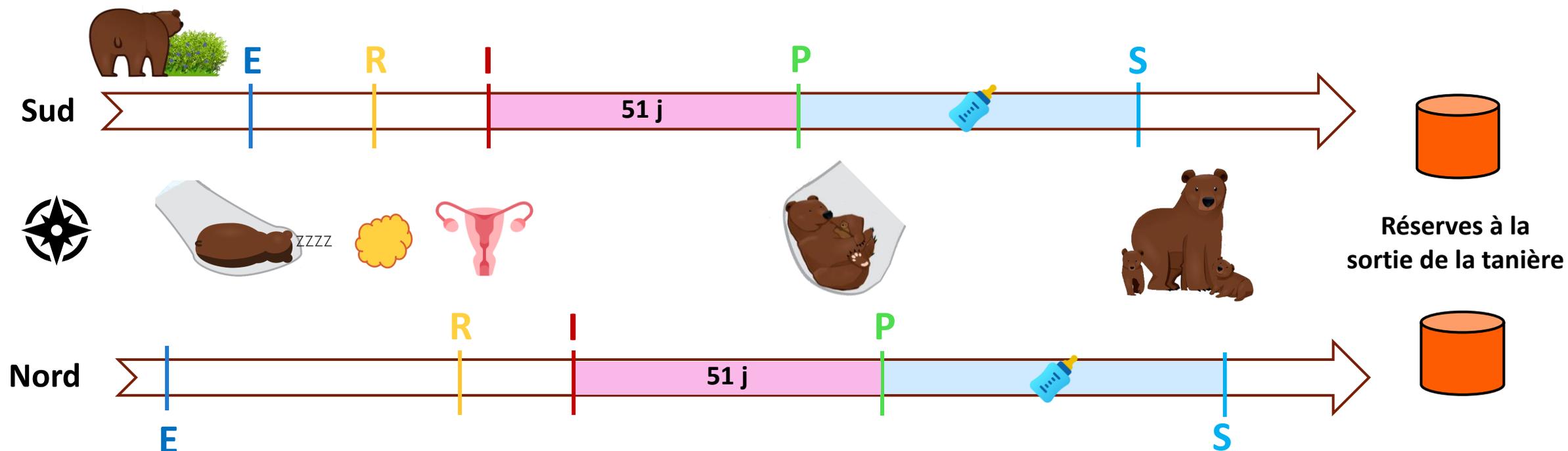
Fin de la diapause embryonnaire plus tardive au nord qu'au sud

Facteurs externes influençant le début de la gestation



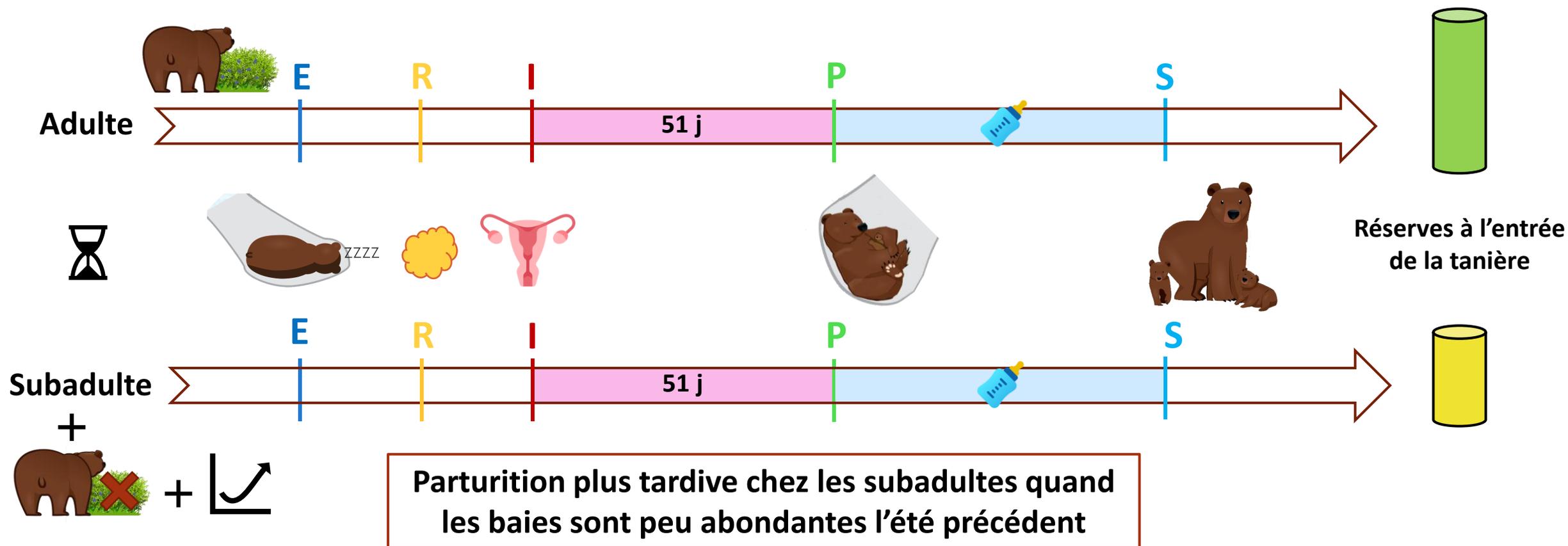
Fin de la diapause embryonnaire plus tardive au nord qu'au sud

Facteurs externes influençant le début de la gestation



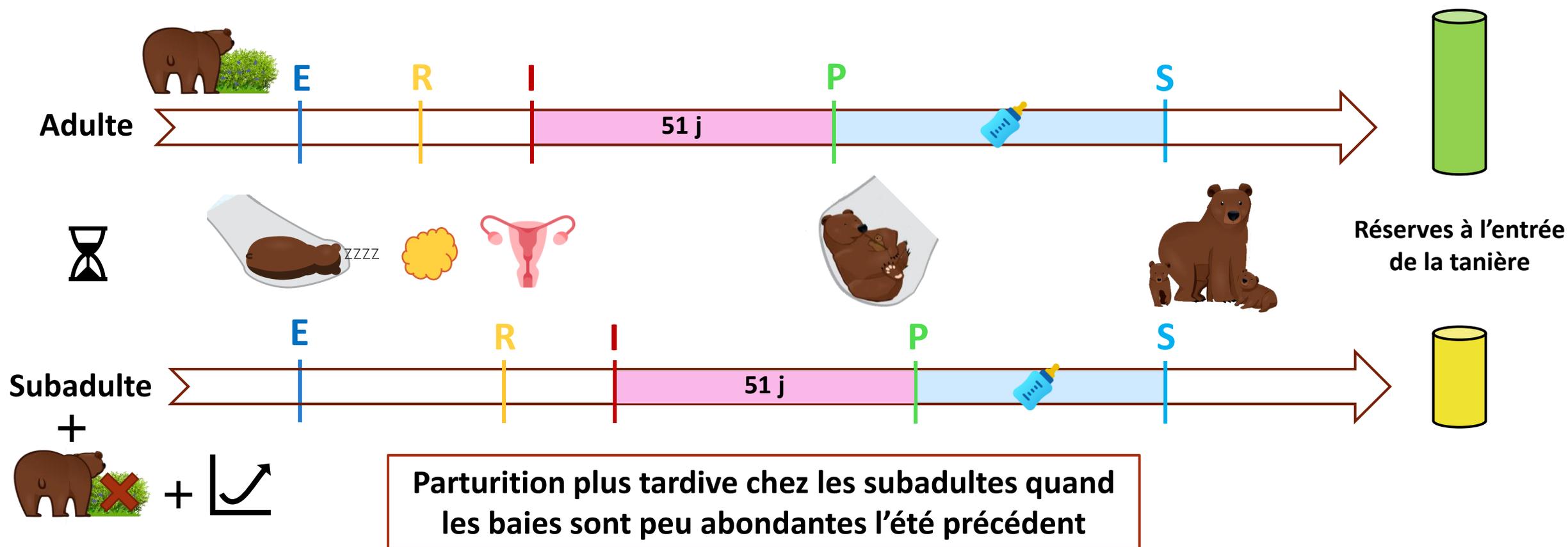
Fin de la diapause embryonnaire plus tardive au nord qu'au sud

Facteurs internes influençant le début de la gestation



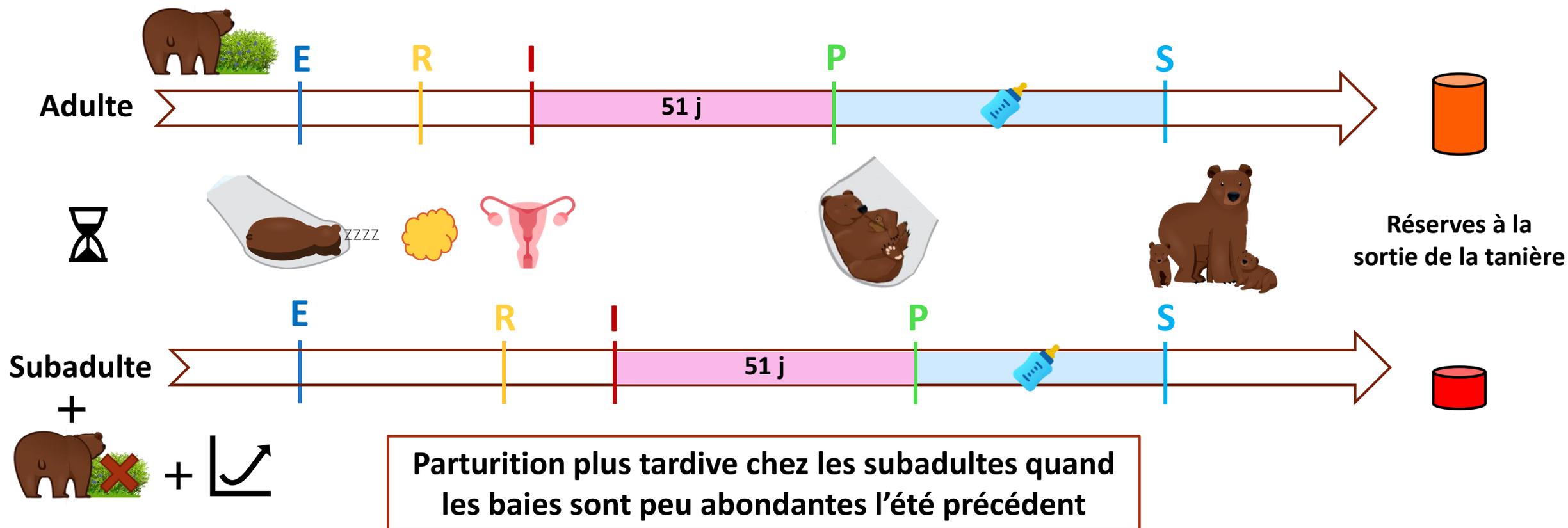
- Parturition tardive chez femelles ≤ 5 ans¹
- Parturition plus précoce chez les femelles en très bon état corporel²

Facteurs internes influençant le début de la gestation



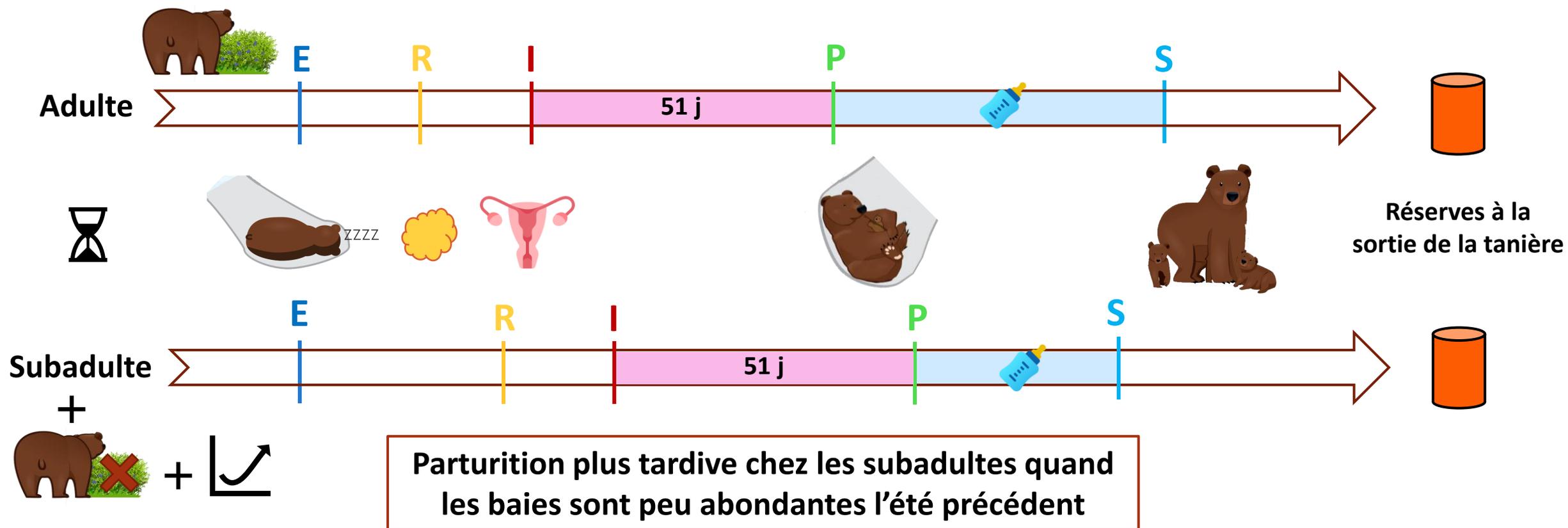
- Parturition tardive chez femelles ≤ 5 ans¹
- Parturition plus précoce chez les femelles en très bon état corporel²

Facteurs internes influençant le début de la gestation



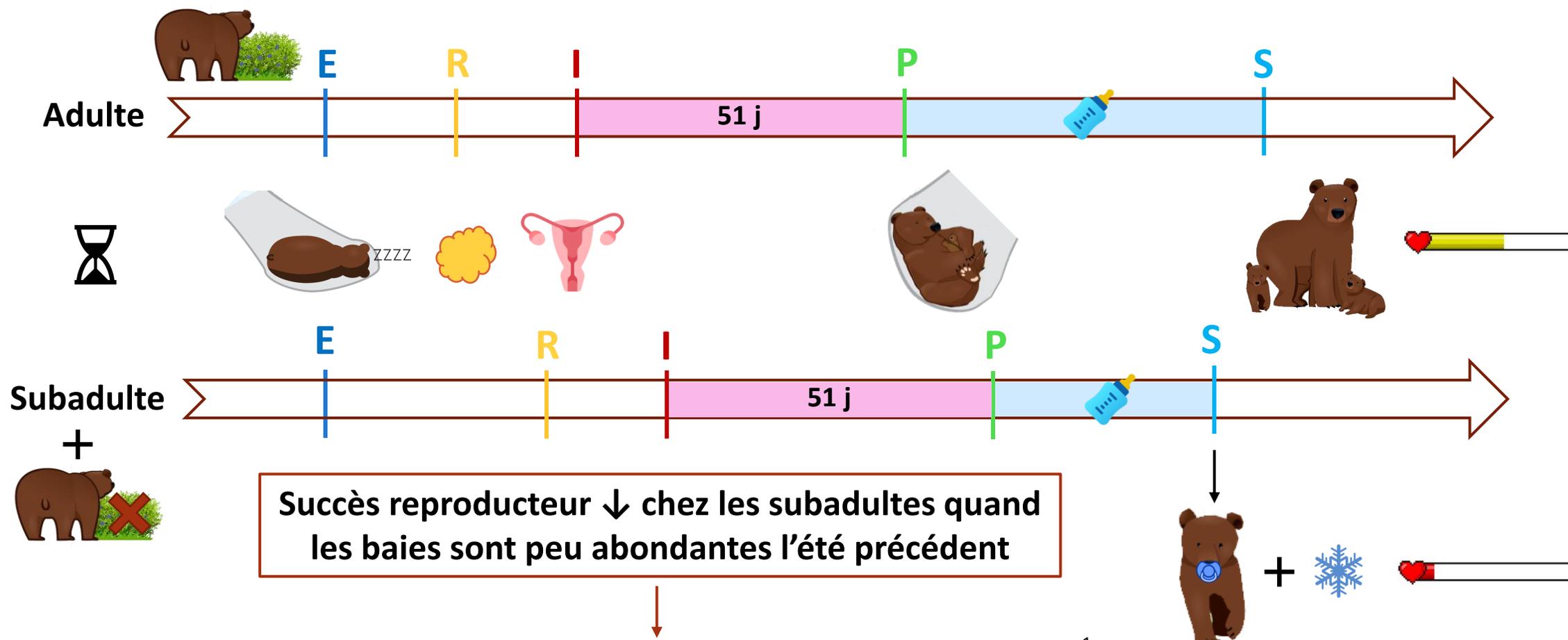
- Parturition tardive chez femelles ≤ 5 ans¹
- Parturition plus précoce chez les femelles en très bon état corporel²

Facteurs internes influençant le début de la gestation



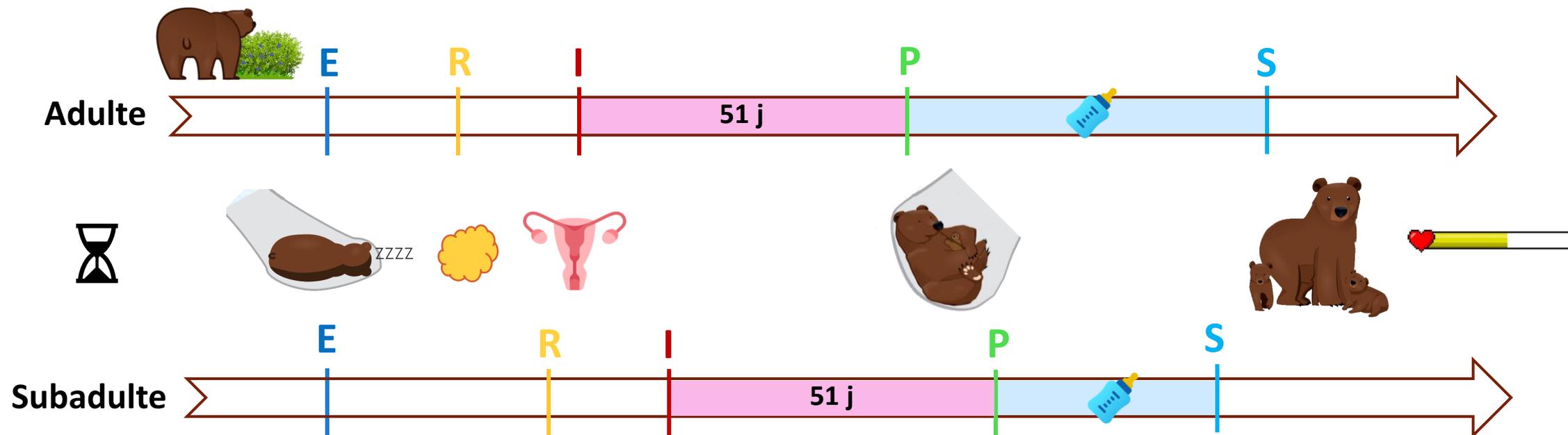
- Parturition tardive chez femelles ≤ 5 ans¹
- Parturition plus précoce chez les femelles en très bon état corporel²

Facteurs influençant le succès reproducteur

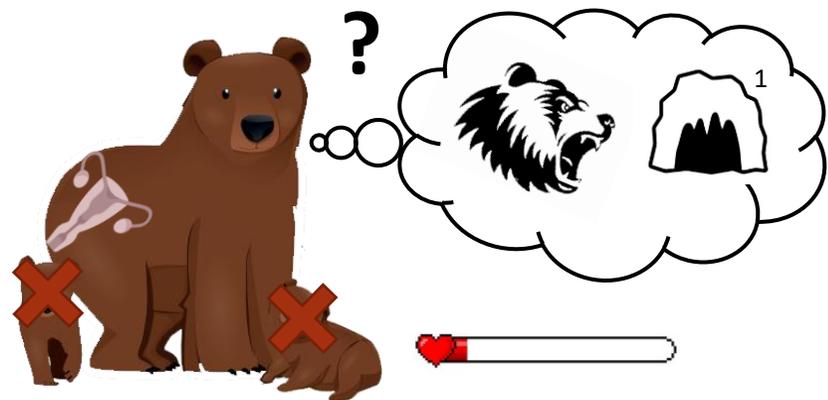


Masse grasse des grizzlis ayant perdu au moins un ourson¹:
 < au début de l'hibernation
 = à la sortie de l'hibernation

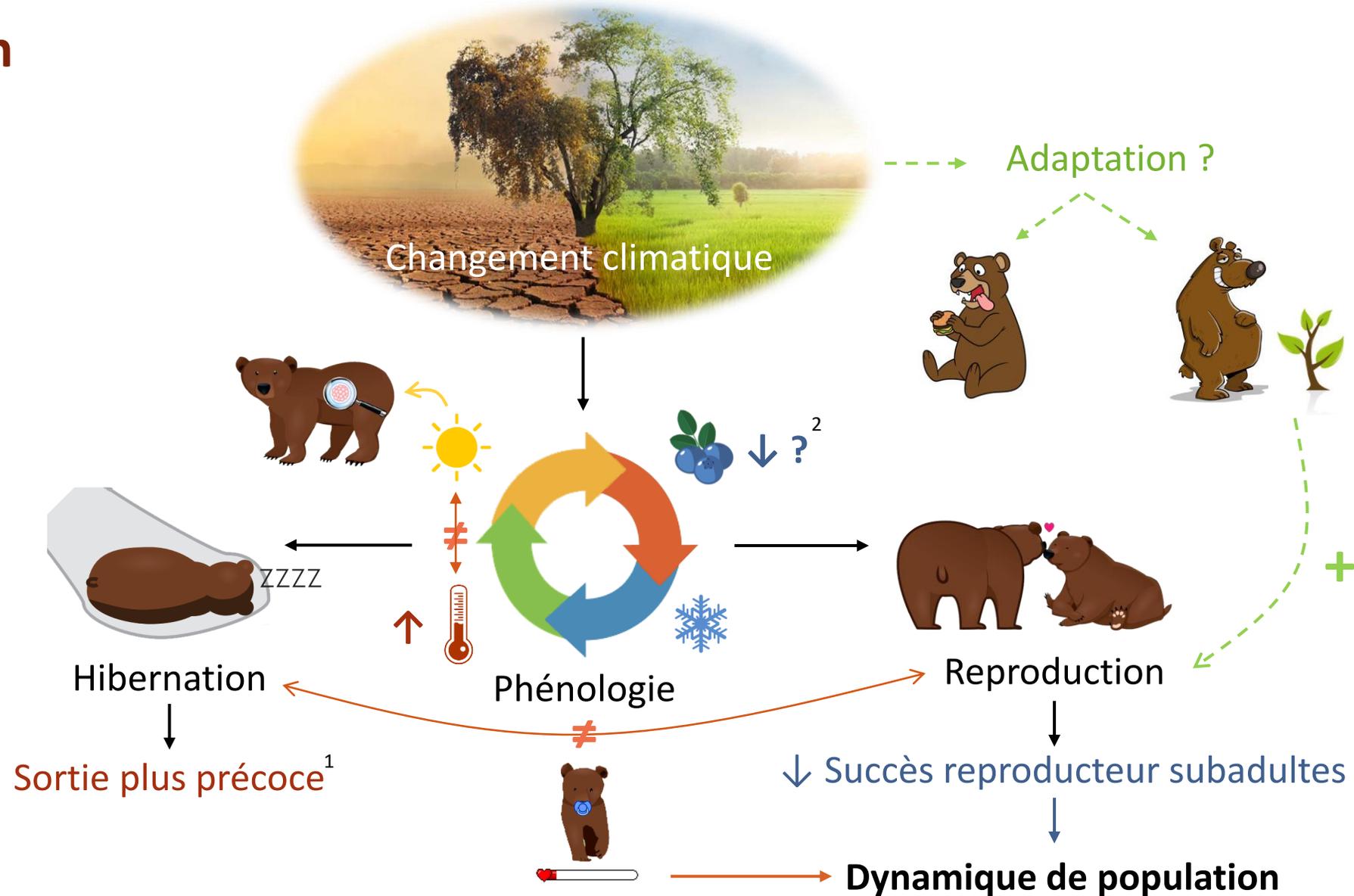
Facteurs influençant le succès reproducteur



Succès reproducteur subadultes < adultes



Conclusion



Références

- Bridges, A.S., Vaughan, M.R., and Fox, J.A. (2011). American black bear estrus and parturition in the Alleghany Mountains of Virginia. *Ursus* 22, 1–8
- Bronson, F.H. (2009). Climate change and seasonal reproduction in mammals. *Phil. Trans. R. Soc. B* 364, 3331–3340.
- Friebe, A., Zedrosser, A., and Swenson, J.E. (2013). Detection of pregnancy in a hibernator based on activity data. *Eur J Wildl Res* 59, 731–741.
- Friebe, A., Evans, A.L., Arnemo, J.M., Blanc, S., Brunberg, S., Fleissner, G., Swenson, J.E., and Zedrosser, A. (2014). Factors affecting date of implantation, parturition, and den entry estimated from activity and body temperature in free-ranging brown bears. *PLoS ONE* 9, e101410.
- González-Bernardo, E., Bombieri, G., Mar Delgado, M. del, and Penteriani, V. (2020a). The role of spring temperatures in the den exit of female brown bears with cubs in southwestern Europe. *Ursus* 31, 1-11.
- Heldstab, S.A., Müller, D.W.H., Graber, S.M., Bingaman Lackey, L., Rensch, E., Hatt, J.-M., Zerbe, P., and Clauss, M. (2018). Geographical origin, delayed implantation, and induced ovulation explain reproductive seasonality in the carnivora. *J Biol Rhythms* 33, 402–419.
- Hertel, A.G., Bischof, R., Langval, O., Mysterud, A., Kindberg, J., Swenson, J.E., and Zedrosser, A. (2018). Berry production drives bottom-up effects on body mass and reproductive success in an omnivore. *Oikos* 127, 197–207.
- Keay, J.A., Robbins, C.T., and Farley, S.D. (2018). Characteristics of a naturally regulated grizzly bear population. *Jour. Wild. Mgmt.* 82, 789–801.
- Laburn, H.P., Faurie, A., Goelst, K., and Mitchell, D. (2002). Effects on fetal and maternal body temperatures of exposure of pregnant ewes to heat, cold, and exercise. *J Appl Physiol* 92, 802–808.
- Manchi, S., and Swenson, J.E. (2005). Denning behaviour of Scandinavian brown bears *Ursus arctos*. *Wildlife Biol* 11, 123–132.
- Mannaart, A.H.I. (2016). Denning ecology of Scandinavian brown bears (*Ursus arctos*) in a dynamic landscape. Master's thesis. Norwegian University of Life Sciences.
- McAllan, B.M., and Geiser, F. (2014). Torpor during reproduction in mammals and birds: dealing with an energetic conundrum. *Integr Comp Biol* 54, 516–532.

Références

- de Mouzon, J., Testart, J., Lefevre, B., Pouly, J.-L., and Frydman, R. (1984). Time relationships between basal body temperature and ovulation or plasma progesterone. *Fertil. Steril.* 41, 254–259.
- Robbins, C.T., Ben-David, M., Fortin, J.K., and Nelson, O.L. (2012). Maternal condition determines birth date and growth of newborn bear cubs. *J Mammal* 93, 540–546.
- Root, T.L., Price, J.T., Hall, K.R., Schneider, S.H., Rosenzweig, C., and Pounds, J.A. (2003). Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421, 57–60.
- Shimozuru, M., Iibuchi, R., Yoshimoto, T., Nagashima, A., Tanaka, J., and Tsubota, T. (2013). Pregnancy during hibernation in Japanese black bears: effects on body temperature and blood biochemical profiles. *J Mammal* 94, 618–627.
- Stenseth, N.E., Lutnaes, P.N., Bjarnadóttir, V., Dahle, B., Fossum, K.H., Jørgensen, P., Johansen, T., Neumann, W., Opseth, O., Rønning, O., et al. (2016). Seasonal and annual variation in the diet of brown bears *Ursus arctos* in the boreal forest of southcentral Sweden. *Wildlife Biol* 22, 107–116.
- Swenson, J.E., Adamič, M., Huber, D., and Stokke, S. (2007). Brown bear body mass and growth in northern and southern Europe. *Oecologia* 153, 37–47.
- Tsubota, T. (Gifu U. (Japan) F. of A., and Kanagawa, H. (1993). Morphological characteristics of the ovary, uterus and embryo during the delayed implantation period in the Hokkaido brown bear (*Ursus arctos yesoensis*). *J Reprod Dev.*
- Tsubota, T., Takahashi, Y., and Kanagawa, H. (1987). Changes in serum progesterone levels and growth of fetuses in Hokkaido brown bears. *Bears: Their Biology and Management* 7, 355.
- Williams, C.T., Sheriff, M.J., Schmutz, J.A., Kohl, F., Tøien, Ø., Buck, C.L., and Barnes, B.M. (2011). Data logging of body temperatures provides precise information on phenology of reproductive events in a free-living arctic hibernator. *J Comp Physiol B* 181, 1101–1109.
- Wimsatt, W.A. (1963). Delayed implantation in the Ursidae, with particular reference to the black bear (*Ursus americanus* Pallus). In *Delayed implantation*, Enders, A. C., Eds, (Chicago, Illinois: Univ. Chicago Press), pp. 49–76.