

# Balles en vol: la balistique extérieure pratique

La science expliquée simplement  
aux tireurs qui ont envie de comprendre

Module 6: l'atmosphère  
(6.2 la pression)

# Pression : unités

- Le Système international d'unités (SI) : unité de pression = le Pascal (Pa).
- Pour la pression atmosphérique – hectopascals (hPa) = centaines de Pa
- La pression atmosphérique standard au niveau de la mer :  $101325 \text{ Pa} = 1013,25 \text{ hPa}$ .
- Industrie : l'unité bar ;  $1 \text{ bar} = 100000 \text{ Pa} =$  environ une atmosphère.
- **1 millibar (mbar) = 1/1000 bar = 1 hPa – l'unité à utiliser**
- Pour sortir de l'archaïque :  $1 \text{ mm Hg} = 133,322 \text{ Pa} = 1,33322 \text{ hPa}$

# L'atmosphère standard

- « ISA » (International Standard Atmosphere) = modèle atmosphérique
- ISO, OMM, ICAO, US std. 1976, GOST = la même chose, jusque à alt. 11 km
- 2 choses :
  - Conditions (hypothétiques) "moyennes" pour une altitude donnée, p.ex. 1013,25 hPa, 15°C au niveau de la mer.
  - Les formules par lesquelles la pression et la température changent avec l'altitude
- Le modèle standard ne tient pas compte de l'humidité, l'air est supposé être absolument sec.



La pression réduite au niveau de la mer  
= "NOT GOOD", (C) D. Trump

**6.6.** Pour les besoin de tir, n'utilisez que la pression atmosphérique réelle mesurée sur site. N'utilisez pas la pression "réduite au niveau de la mer".

Si une station météorologique affiche deux chiffres différents de pression atmosphérique, choisissez le plus petit (à moins de faire du TLD sur les rives de la Mer Morte).

De même, si à une altitude de 500 m ou plus, vous lisez un chiffre de pression atmosphérique supérieur à 1000 hPa, soit ce n'est pas le bon chiffre ("réduit" au lieu du réel), soit la fin du monde est encore plus proche que nous le pensions.

# Les mesures de la pression : comment vivre avec



# Pression de poche : mesures concurrentes

Pression atmosphérique réelle: 959,4 hPa

- Pacotille mécanique : 980 hPa, erreur = 20.6 hPa
- Chinoiserie électronique : 962.1 hPa, erreur = 2.7 hPa
- Kestrel : 957.0 hPa, erreur = 2.4 hPa



# Pression de poche : pratique

**6.7.** La précision de mesures des baromètres modernes et des stations météo de poche électroniques est largement suffisante pour les applications de tir. Lors du choix de l'équipement, vérifiez la précision annoncée par le fabricant.  $2\sigma$  (= "deux sigmas" = 95%) de  $\pm 6$  hPa ou moins. Une excellente précision ne coûte pas forcément cher ; l'argent supplémentaire achète généralement de la fiabilité et de la résistance aux phénomènes atmosphériques hostiles (eau, givre, gel, chaleur).

**6.7bis.** Les baromètres mécaniques de tourisme bon marché, sans indication de l'incertitude de mesure, malgré leurs avantages évidents (indépendance de l'alimentation électrique), ne sont généralement pas très précis. Il ne faut pas s'attendre à grand chose ; on peut juste dire qu'ils sont "mieux que rien", c'est tout.

# Les mesures de la pression : comment vivre sans

- Dans l'absence d'un baromètre, déterminer l'altitude de la place de tir ; 2 méthodes
  - Navigation satellite
    - précision  $\pm 15$  m
    - laisser allumé pendant 2 minutes
  - Cartes topographiques
    - 1:100'000 suffit pour la plaine
    - 1:25'000 (ou plus détaillé) – pour la montagne

# L'altitude mène à la pression

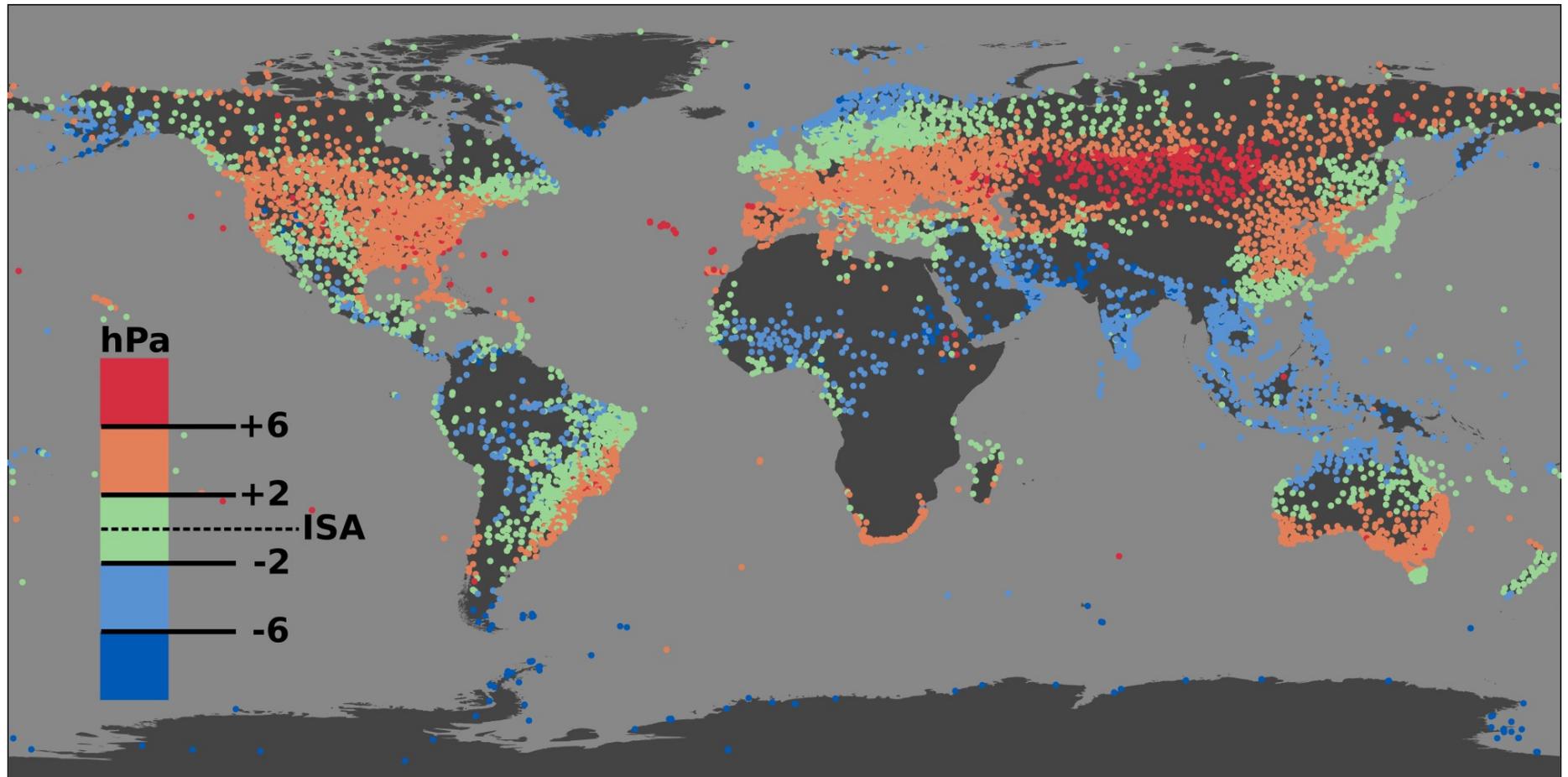
m	hPa	m	hPa	m	hPa	m	hPa	m	hPa	m	hPa
0	1013	500	955	1000	899	1500	846	2000	795	2500	747
50	1007	550	949	1050	893	1550	840	2050	790	2550	742
100	1001	600	943	1100	888	1600	835	2100	785	2600	738
150	995	650	938	1150	883	1650	830	2150	780	2650	733
200	989	700	932	1200	877	1700	825	2200	775	2700	728
250	984	750	926	1250	872	1750	820	2250	771	2750	724
300	978	800	921	1300	867	1800	815	2300	766	2800	719
350	972	850	915	1350	861	1850	810	2350	761	2850	715
400	966	900	910	1400	856	1900	805	2400	756	2900	710
450	960	950	904	1450	851	1950	800	2450	752	2950	706

(données de ISO 2533:1975 – Standard Atmosphere)

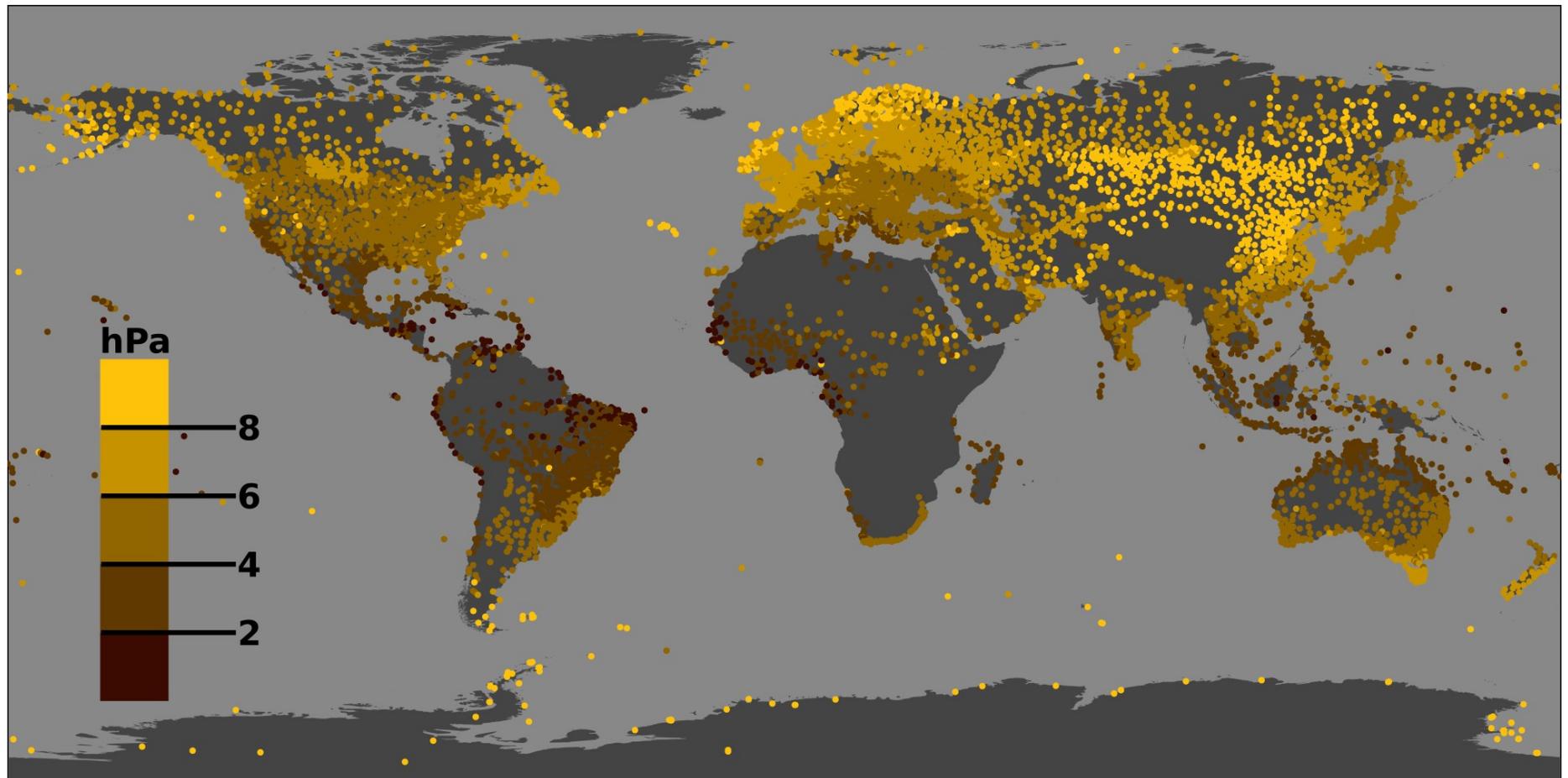
# METAR : Deus ex machina

- METAR (METeorological Aerodrome Report) = rapport d'observation météo pour l'aviation, émis par les aérodomes ; contient, entre autre, la pression réduite au niveau de la mer
  - Transmis à la radio (pour ceux qui savent y écouter) ou sur Internet (mot-clé – METAR, ex. <https://www.aviationweather.gov/metar>)
1. METAR à moins de 50 km = corrections par rapport à l'atmo std
  2. atmo standard à l'altitude de tir + ces corrections = jackpot
- Avec un accès Internet, en Suisse, au lieu de METAR consulter <https://www.meteosuisse.admin.ch> – choisir la station la plus proche, valeur QNH

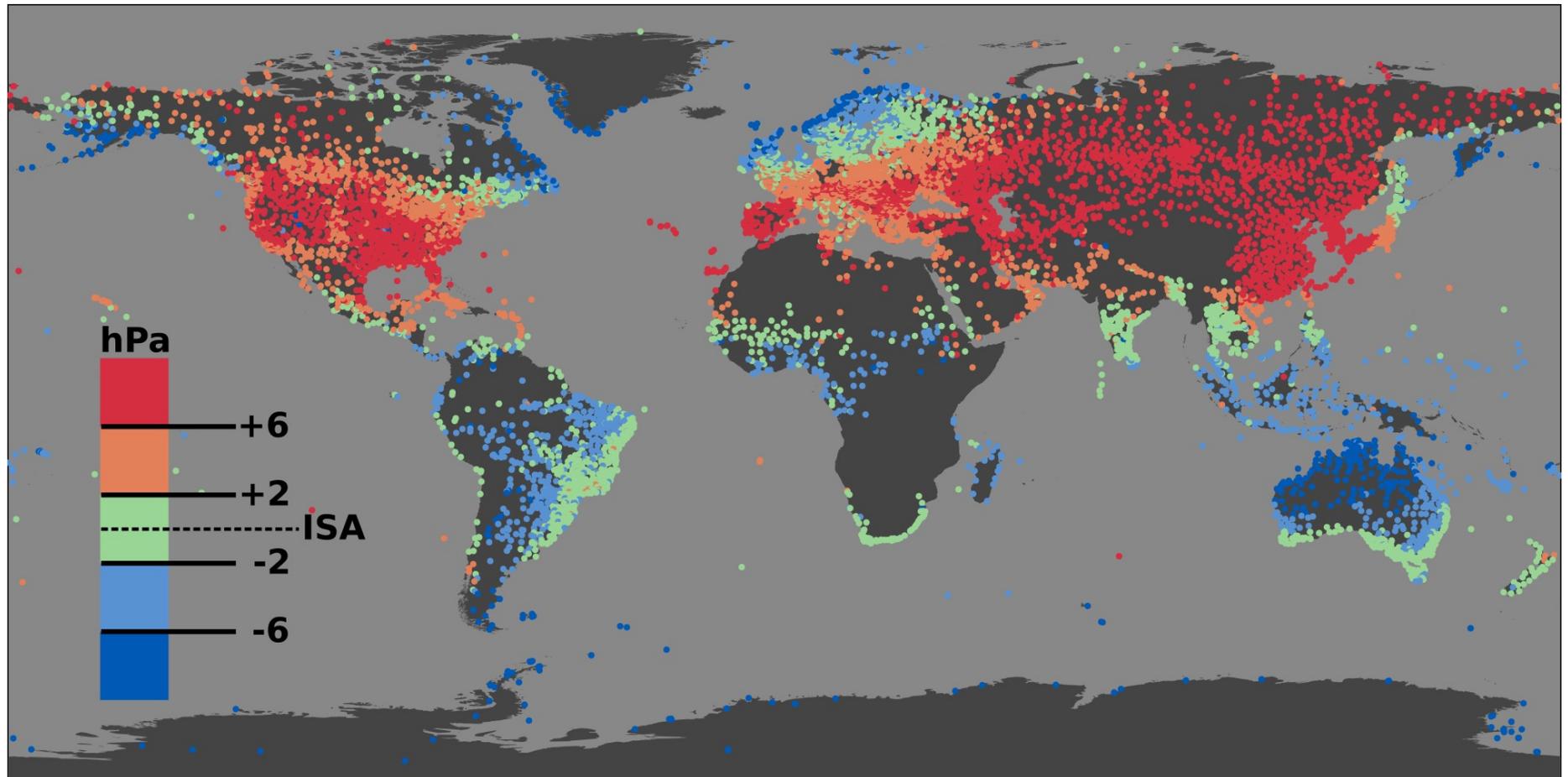
# Écart de la pression moyenne du modèle atmosphérique standard



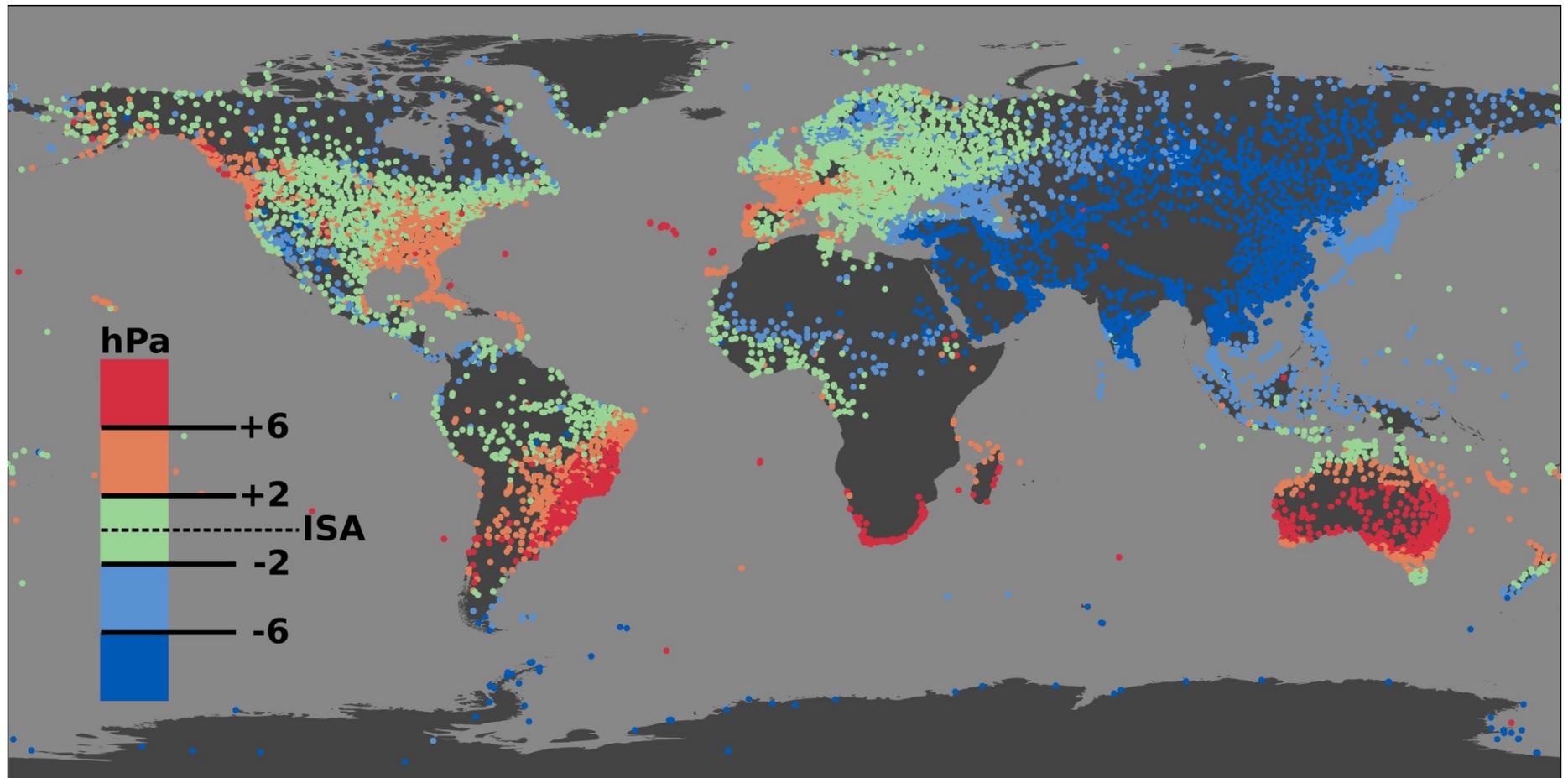
# Erreur médiane de détermination de la pression par l'altitude



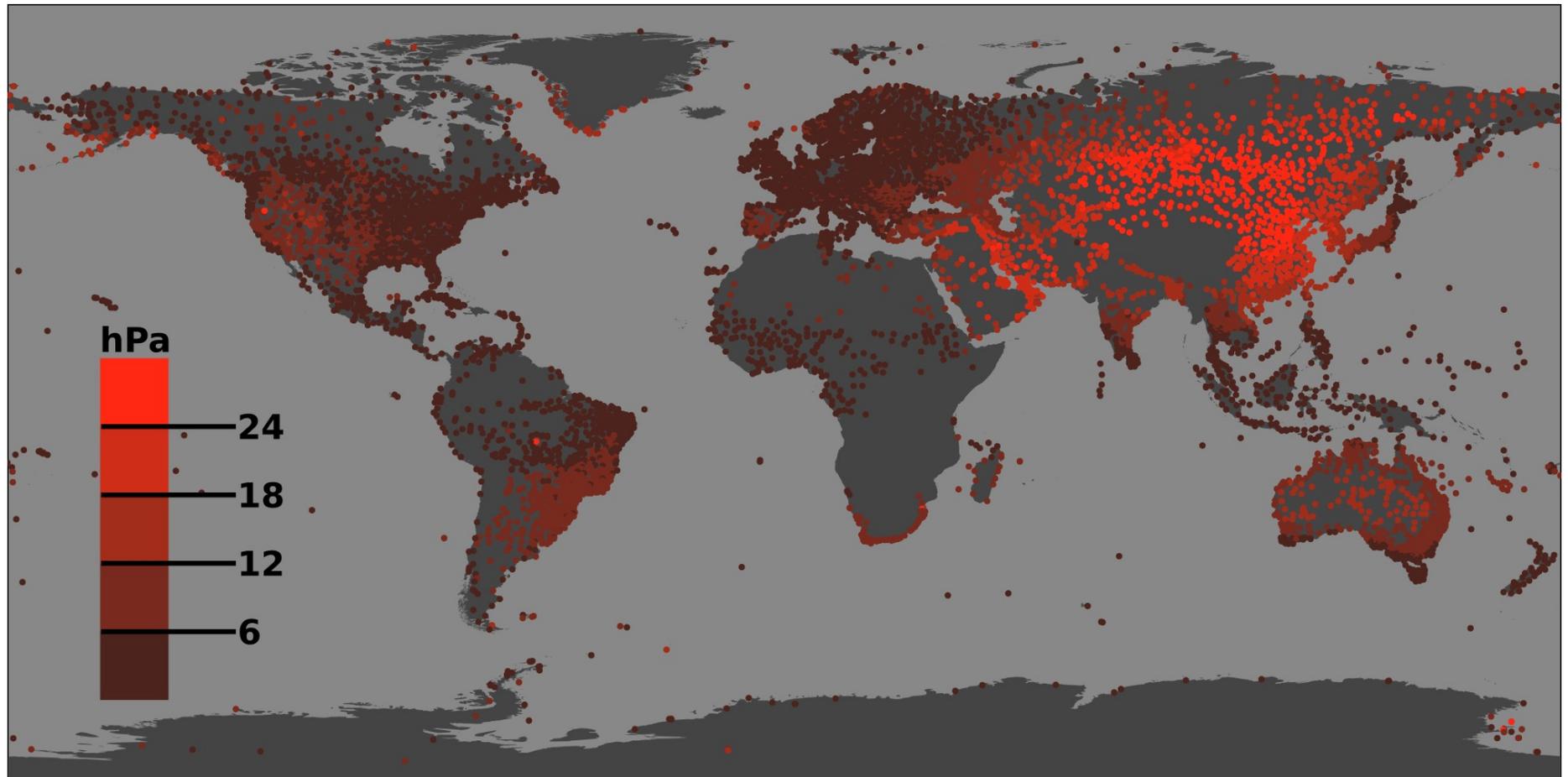
# Écart de la pression atmosphérique moyenne en janvier



... et en juillet



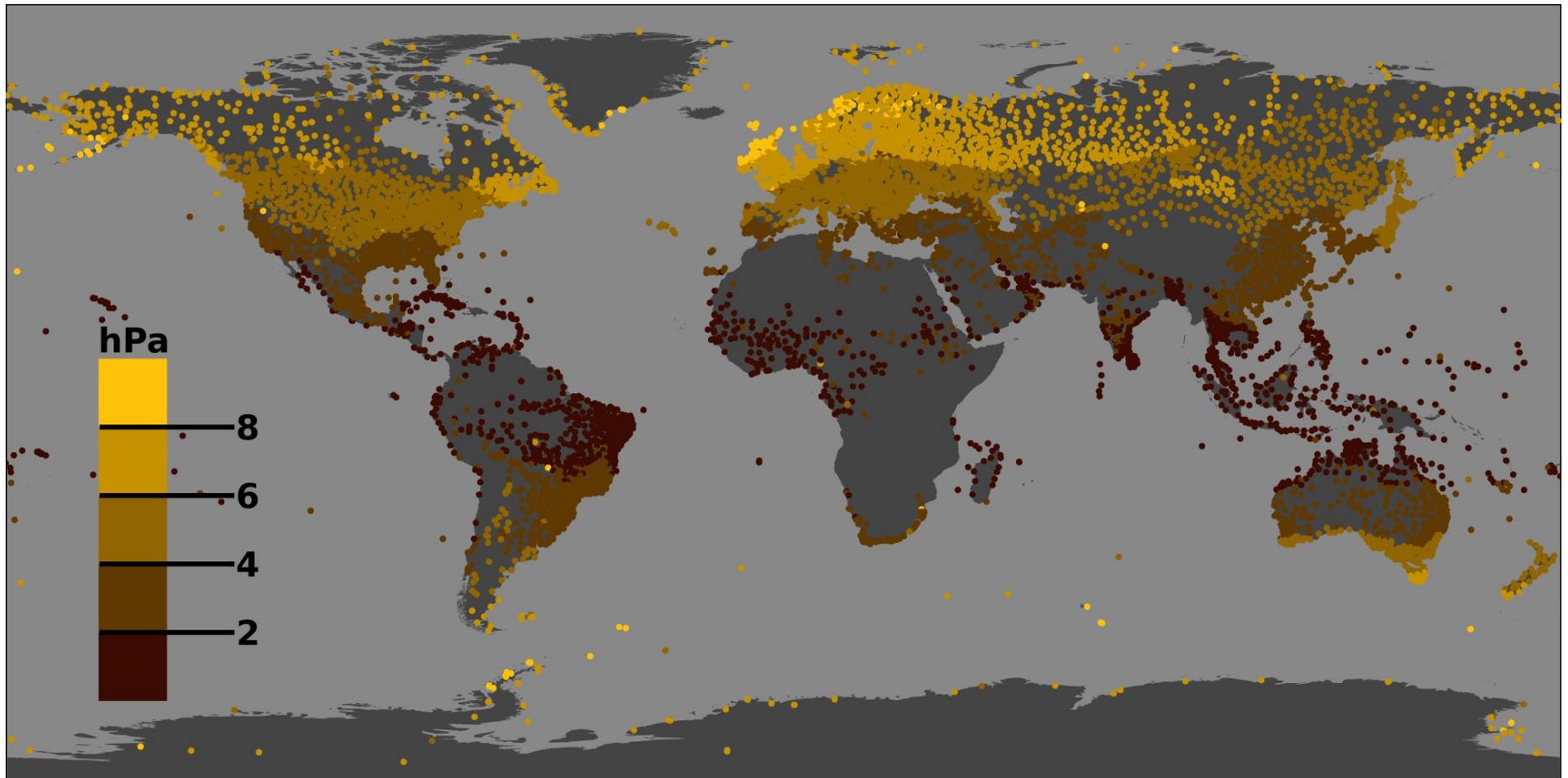
# Variations saisonnières de la pression atmosphérique



# Exemple : la ville de Kyzyl / par mois écart du modèle standard, hPa

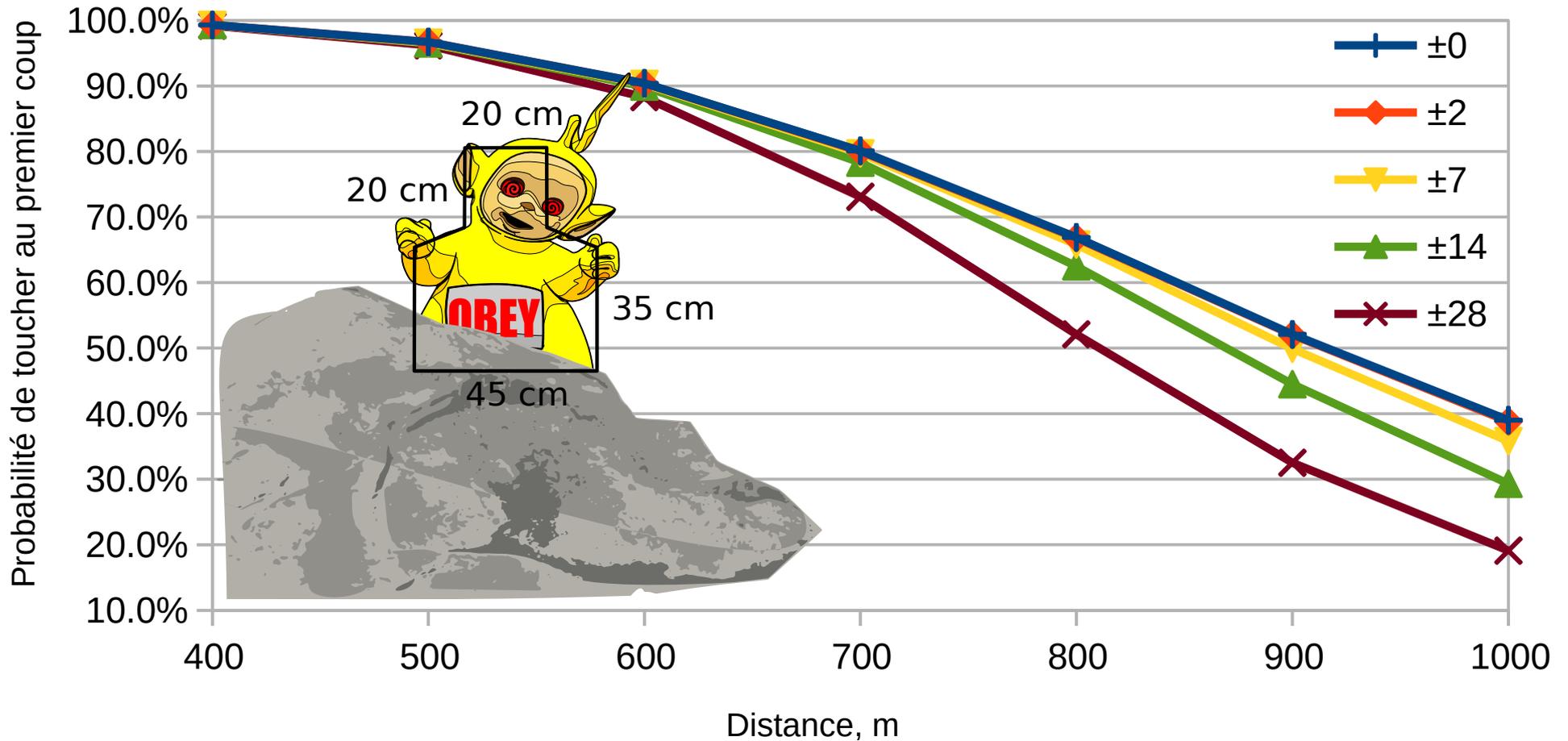


# Erreur médiane de pression par rapport à la moyenne mensuelle



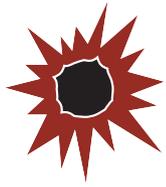
# La grosse conclusion en image

Erreur médiane d'estimation de la pression atmosphérique, hPa



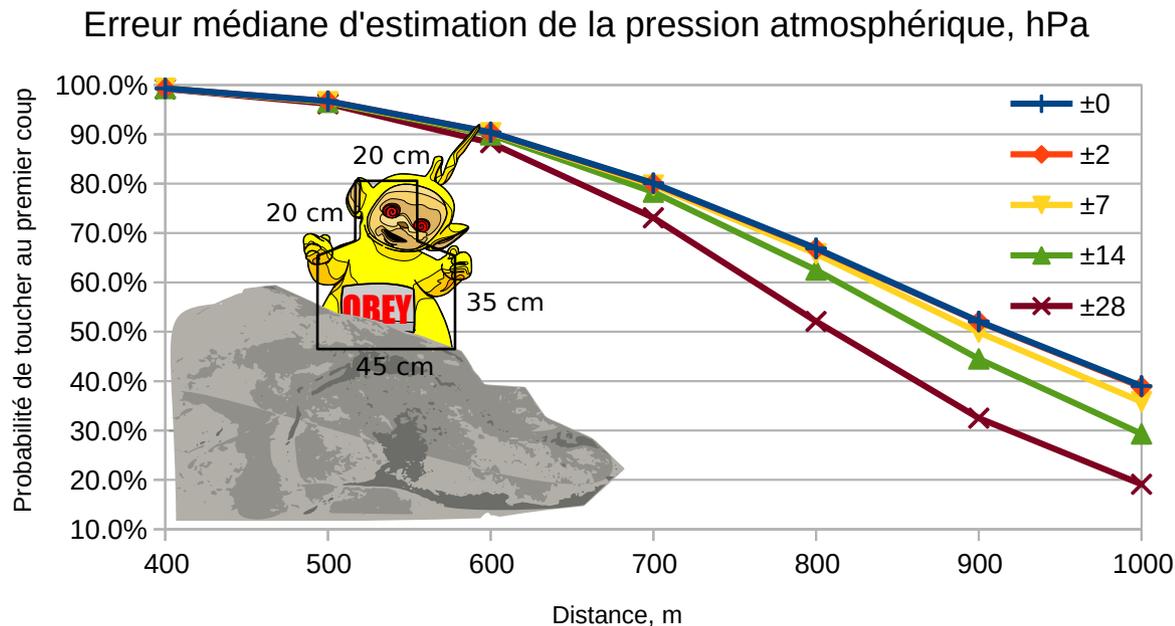
# Scénarios

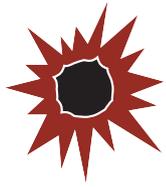
- $\pm 0$  hPa Parfaite connaissance et prise en compte de la pression atmosphérique. Cette situation, comme tout autre idéal, ne se produit pas dans la réalité. Ça sert de point de référence pour tout le reste.
- $\pm 2$  hPa Estimation conservatrice de l'erreur des baromètres électroniques de poche.
- $\pm 7$  hPa Estimation conservatrice de l'erreur de détermination de la pression à partir de l'altitude en Europe ou en Amérique à latitude moyenne, ou corrigée en fonction des saisons au cœur de l'Asie.
- $\pm 14$  hPa Murmansk par altitude ou baromètre-altimètre mécanique de poche, modèle "pacotille".
- $\pm 28$  hPa Sibérie du Sud un mauvais jour sans ajustement saisonnier ou détermination de l'altitude à la montagnes "à l'œil".



# Pression : résumé [1]

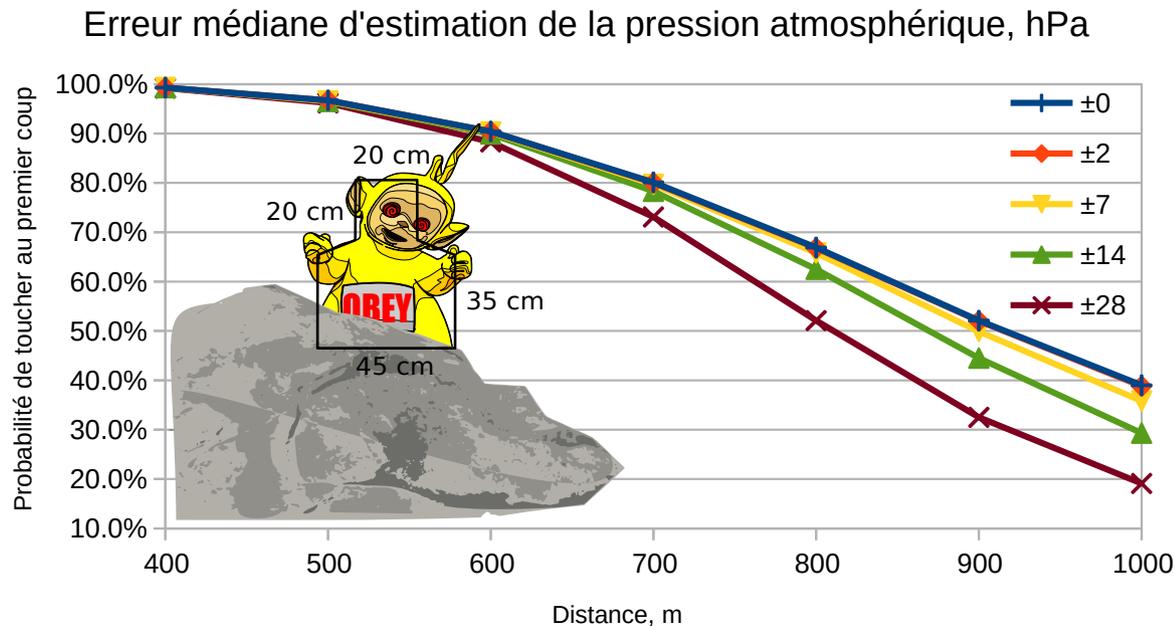
**6.8.** Jusqu'à des distances moyennes (pour les calibres .308 / 7.62x54 / 7.55x55 - 500m), même les méthodes les plus approximatives d'estimation de la pression atmosphérique fonctionnent de manière satisfaisante. À ces distances, on peut très bien vivre sans baromètre.





# Pression : résumé [2]

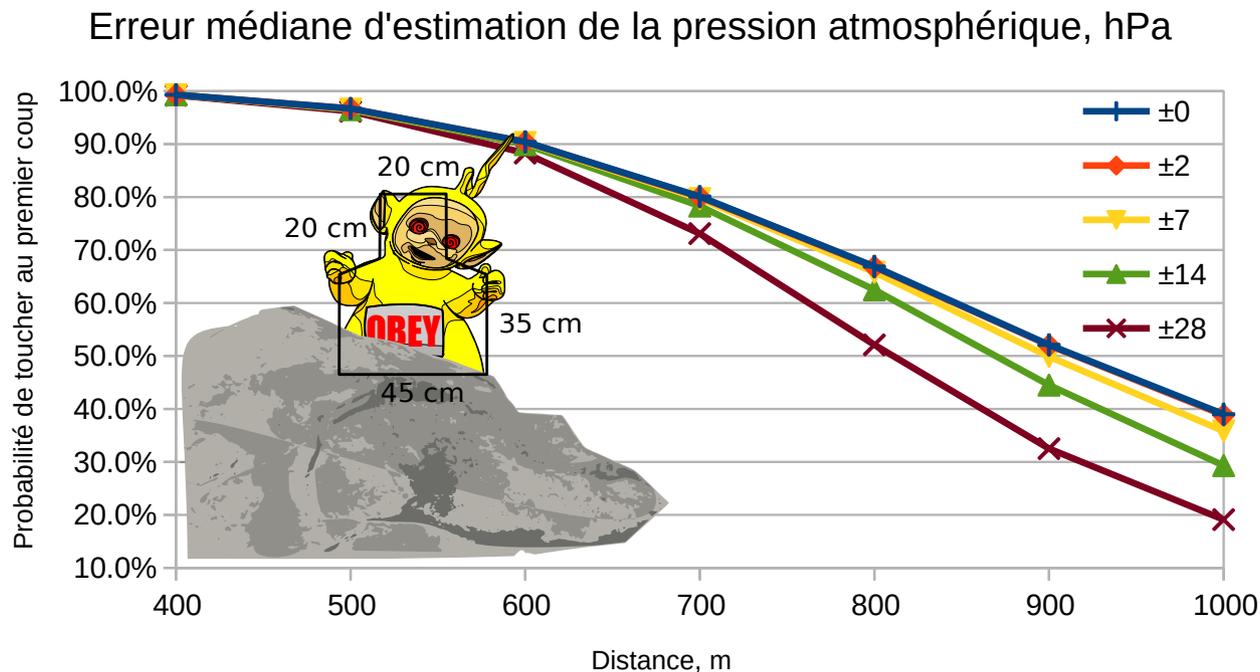
**6.9.** Un baromètre de poche électronique moderne offre la précision de mesure qui élimine toute question de pression atmosphérique pour toutes les applications et distances de tir.

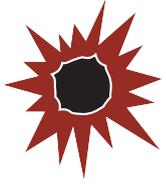




# Pression : résumé [3]

**6.10.** La détermination de la pression par l'altitude (corrigée en fonction des saisons en Asie continentale) donne des résultats tout à fait satisfaisants à toutes les distances de tir pratiques et pour la majorité des applications de tir. Avec une préparations adéquate, on peut confortablement vivre sans piles.





## Pression : résumé [4]

**6.11.** Dans les régions au climat fortement continental au cœur de l'Asie, en l'absence d'un baromètre, il est très utile de se renseigner en avance sur les corrections saisonnières locales de la pression atmosphérique, et de les appliquer, surtout à longue distance.

En faisant juste ça, on peut dans certains cas presque doubler la probabilité de toucher.

**6.11bis.** L'exercice est assez peu utile en Suisse et aux alentours.