

Données environnementales sur la Sassièrè – Période 1989–2007

Garel, M.

11 février 2008

1 Préambule

Ce document résume les étapes qui ont permis d'obtenir différentes données environnementales sur le site de la Sassièrè.

2 NDVI

On dispose des données NDVI depuis 1981 (juillet) jusqu'à décembre 2006. Ces données ont été corrigées par le groupe GIMMS de la NASA pour un certain nombre de problèmes associés à l'enregistrement de ces données (caractéristiques atmosphériques, position du satellite, ...). Pour plus d'informations sur le jeu de données, on peut se référer à TUCKER *et al.* (2005).

On appelle le script pour récupérer les données, les transformer et les mettre en forme.

```
source("/home/mgarel/Mathieu/Stats/TravailR/NDVI_GIMMS/get.ndvi.gimms.new.R")
month = c("jan", "feb", "mar", "apr", "may", "jun", "jul",
          "aug", "sep", "oct", "nov", "dec")
year = c(seq(81, 99, by = 1), "00", "01", "02", "03",
          "04", "05", "06")
per = c("15a", "15b")
path = "/home/mgarel/Mathieu/Travail/Collaborations/NDVI/GIMMS_new/"
n = 3
name = "marmottes"
map = F
x = 45.490384
y = 6.98364
```

On obtient ainsi :

- deux enregistrements par mois (15a = les 15 premiers jours [durant le traitement des données c'est la valeur maximale de NDVI enregistrée qui est retenue], 15b = les 15 derniers jours du mois [idem, valeur maximale])
- la valeur de NDVI pour 9 pixels (formant un carré de 3 pixels de coté), le pixel central étant le pixel 5 (le plus proche de la coordonnées de départ, 45.490°N, 6.984°E), le pixel en bas à gauche le pixel 1, le pixel en haut à droite le pixel 9 ; chaque pixel fait environ 8 km × 8 km

On charge le jeu de données. On supprime les années qui ne nous intéressent pas (avant 1989).

```
load("Data/marmottes.Rdata")
res <- res[!res$year %in% c(81:88), ]
res$year <- as.numeric(as.character(res$year)) + 1900
res$year[res$year < 1920] <- res$year[res$year < 1920] +
  100
```

Les données brutes ressemblent à ceci :

```
head(res, 30)
```

| | year | month | per | site | pix | ndvi | lat | lon |
|----|------|-------|-----|------|-----|--------|-------|-------|
| 9 | 1989 | jan | 15a | 1 | 1 | -0.019 | 45.40 | 6.877 |
| 10 | 1990 | jan | 15a | 1 | 1 | -0.006 | 45.40 | 6.877 |
| 11 | 1991 | jan | 15a | 1 | 1 | -0.017 | 45.40 | 6.877 |
| 12 | 1992 | jan | 15a | 1 | 1 | -0.018 | 45.40 | 6.877 |
| 13 | 1993 | jan | 15a | 1 | 1 | -0.016 | 45.40 | 6.877 |
| 14 | 1994 | jan | 15a | 1 | 1 | -0.014 | 45.40 | 6.877 |
| 15 | 1995 | jan | 15a | 1 | 1 | -0.005 | 45.40 | 6.877 |
| 16 | 1996 | jan | 15a | 1 | 1 | -0.032 | 45.40 | 6.877 |
| 17 | 1997 | jan | 15a | 1 | 1 | -0.008 | 45.40 | 6.877 |
| 18 | 1998 | jan | 15a | 1 | 1 | -0.015 | 45.40 | 6.877 |
| 19 | 1999 | jan | 15a | 1 | 1 | -0.015 | 45.40 | 6.877 |
| 20 | 2000 | jan | 15a | 1 | 1 | -0.030 | 45.40 | 6.877 |
| 21 | 2001 | jan | 15a | 1 | 1 | -0.021 | 45.40 | 6.877 |
| 22 | 2002 | jan | 15a | 1 | 1 | -0.018 | 45.40 | 6.877 |
| 23 | 2003 | jan | 15a | 1 | 1 | -0.008 | 45.40 | 6.877 |
| 24 | 2004 | jan | 15a | 1 | 1 | -0.036 | 45.40 | 6.877 |
| 25 | 2005 | jan | 15a | 1 | 1 | -0.015 | 45.40 | 6.877 |
| 26 | 2006 | jan | 15a | 1 | 1 | -0.011 | 45.40 | 6.877 |
| 35 | 1989 | feb | 15a | 1 | 1 | -0.007 | 45.40 | 6.877 |
| 36 | 1990 | feb | 15a | 1 | 1 | -0.029 | 45.40 | 6.877 |
| 37 | 1991 | feb | 15a | 1 | 1 | -0.005 | 45.40 | 6.877 |
| 38 | 1992 | feb | 15a | 1 | 1 | -0.020 | 45.40 | 6.877 |
| 39 | 1993 | feb | 15a | 1 | 1 | -0.034 | 45.40 | 6.877 |
| 40 | 1994 | feb | 15a | 1 | 1 | -0.007 | 45.40 | 6.877 |
| 41 | 1995 | feb | 15a | 1 | 1 | -0.029 | 45.40 | 6.877 |
| 42 | 1996 | feb | 15a | 1 | 1 | -0.023 | 45.40 | 6.877 |
| 43 | 1997 | feb | 15a | 1 | 1 | -0.014 | 45.40 | 6.877 |
| 44 | 1998 | feb | 15a | 1 | 1 | -0.038 | 45.40 | 6.877 |
| 45 | 1999 | feb | 15a | 1 | 1 | -0.022 | 45.40 | 6.877 |
| 46 | 2000 | feb | 15a | 1 | 1 | -0.017 | 45.40 | 6.877 |

La documentation officielle associée aux données, nous indique que : “*The decline in NDVI in mid-1991 was due to the Pinatubo eruption and subsequent cooling and may not be related to actual declines in vegetation. Trends in tropical regions are affected by this decline and should therefore be treated with caution. In the high northern latitude (north of 65 degrees N) have been corrected for extremely high solar zenith angles during the winter months, and thus these values should be treated with caution. Data during the second half of 1994 and during most of 2000 had either unusually early or late overpass times and thus data from these periods should be used with caution.*”. Il faudra être conscient de la potentielle limite des données en 1994 et en 2000

Par défaut, pour la suite, toutes les valeurs de NDVI < 0, sont ramenées à 0, *i.e.*, absence d’activité photosynthétique. Je n’ai aussi considéré que le pixel le plus proche du site d’étude (et l’englobant) comme représentatif de celui-ci (le centre du pixel tombe sur la rive est du barrage). Les autres pixels ne sont pas considérés. Ici l’idée étant de courvir au mieux la zone d’étude (mais cela reste toujours discutable ce choix de prendre 1 pixel ou plusieurs).

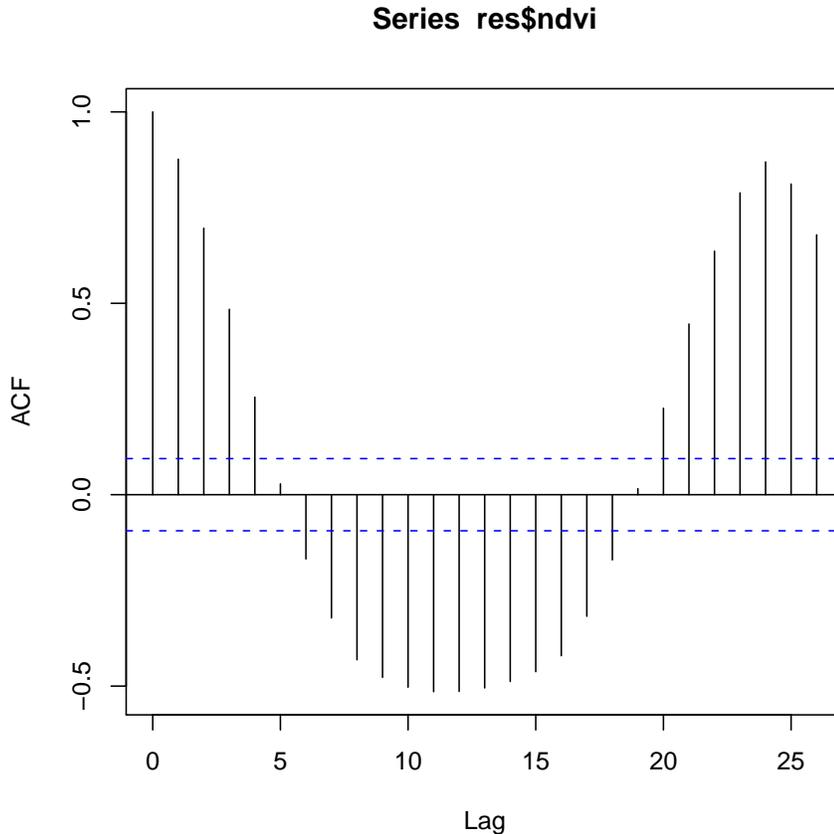


FIG. 1 – Autocorrélation dans les données.

```
res$ndvi[res$ndvi < 0] <- 0
res <- res[res$pix == 5, ]
```

On a pour l’instant des données brutes. On peut traiter ces données pour corriger encore un peu mieux le bruit induit par les conditions atmosphériques (brouillard, nuages...). On va pratiquer un lissage. Il y a évidemment plusieurs méthodes. J’ai choisit d’uitiser une moyenne mobile (library `pastecs`). De ma propre expérience, c’est la méthode qui donne les meilleurs résultats. L’idée ici est d’extraire la composante saisonnière du NDVI.

Il faut dans un premier temps déterminer la taille de la fenêtre. J’ai utiliser pour cela le dernier “lag” significatif de la fonction d’autocorrélation.

```
res <- res[order(res$year, res$month, res$per), ]
acf(res$ndvi)
```

Au vu de la figure 1, j’ai pris 5 comme lag moyen.

```
library(pastecs)
res$ndvcomp <- as.numeric(decaverage(res$ndvi, order = 5,
  times = 1)$series[, 1])
```

On va aussi associer à chaque date un jour de l'année en considérant que si l'enregistrement est réalisé durant les 15 premiers jour du mois on utilisera la valeur moyenne 7, et si c'est les 15 derniers jours, le jour moyen 21.

```
res$month <- as.numeric(res$month)
res$daynr <- as.numeric(apply(res, 1, function(x) {
  tmp <- ifelse(x[["per"]] == "15a", 7, 21)
  strptime(paste(tmp, x[["month"]], 1999, sep = "/"),
    format = "%d/%m/%y")["yday"]) + 1
}))
```

On va maintenant pouvoir utiliser les données re-travaillées pour calculer un certain nombre de variables. On représente tout d'abord les profils par année (figure 2).

```
plot(as.numeric(res$daynr), res$ndvicomp, type = "n",
  axes = F, xlab = "month", ylab = "Ndvicomp")
box()
axis(2)
axis(1, at = res$daynr, labels = res$month)
for (i in unique(res$year)) {
  points(as.numeric(res$daynr[res$year %in% i]), res$ndvicomp[res$year %in%
    i], type = "b")
}
```

Par rapport aux données brutes (non représentées ici), le lissage utilisé à vraiment réduit le bruit présent. A mon avis, on perd en variabilité, mais les profils obtenus ont l'avantage d'être beaucoup plus cohérents. L'année un peu spéciale (décalée au niveau courbe et valeurs très fortes en automne) est 2006 (ils n'auraient pas vidé le barrage à cette époque?). A discuter en tout cas, cette année ressortant aussi globalement sur les autres pixels comme une année "bizarre".

Il s'agit maintenant de dériver un certain nombre de variables par année. Pour l'instant j'ai calculé (voir PETTORELLI *et al.* 2005, table 2 pour les différentes mesures, leur sens et les biais potentiels) des mesures annuelles (aussi bien de production que phénologique) :

- la somme des valeurs de NDVI (productivité globale) – INDVItot ;
- valeur maximale (productivité globale) – NDVImax
- valeur (maximale - minimale) / INDVItot (variabilité intrannuelle) – NDVIintra
- date du pic de végétation, *i.e.* date où est atteint la valeur maximale de NDVI – NDVIpeak

```
veget <- aggregate(list(INDVItot = res$ndvicomp), list(year = res$year),
  sum)
veget$NDVImax <- aggregate(list(NDVImax = res$ndvicomp),
  list(year = res$year), max)$NDVImax
tmp <- aggregate(list(NDVimin = res$ndvicomp), list(year = res$year),
  min)$NDVimin
veget$NDVIintra <- (veget$NDVI - tmp)/veget$INDVItot
for (i in unique(veget$year)) {
  sub <- subset(res, year == i)
  veget$NDVIpeak[veget$year == i] <- sub$daynr[sub$ndvicomp ==
    max(sub$ndvicomp)]
}
```

J'ai aussi calculé des mesures phénologiques relatives à la période du printemps défini ici comme de début mars à fin juin, au vu de la figure 2. Durant cette période on a en effet grossièrement une augmentation linéaire du NDVI. Durant cette période, j'ai dérivé

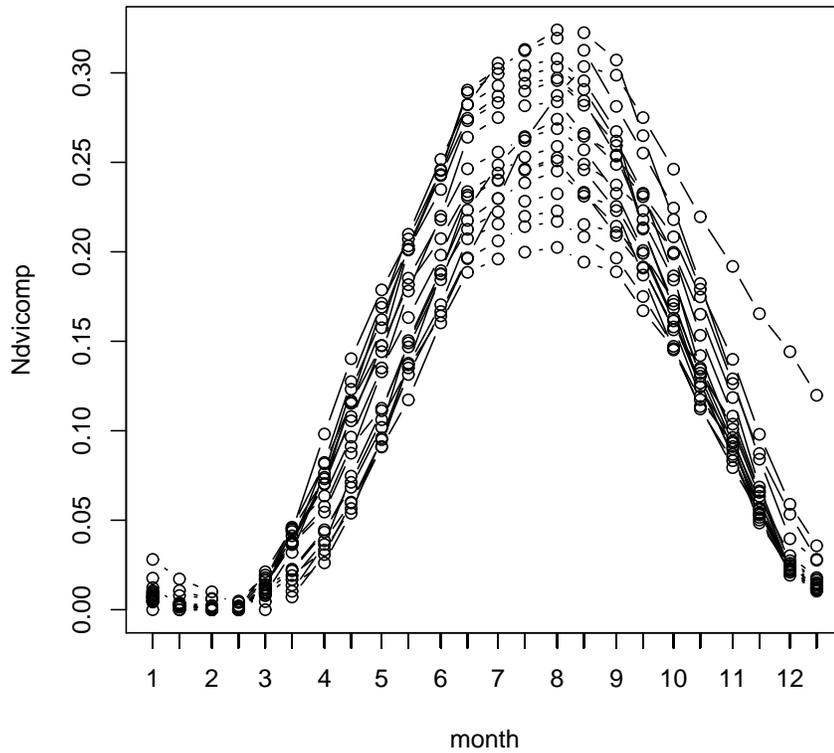


FIG. 2 – Profils NDVI sur la période 1989–2006. Il y a deux valeurs de NDVI par mois (15 premiers jours et 15 derniers jours de chaque mois). Le NDVI est lissé par moyenne mobile.

trois mesures (voir PETTORELLI *et al.* 2007 pour une application, avec une population dans le Parc du Grand Paradis) :

- la pente globale – NDVIslope;
- la pente maximale entre deux valeurs successive – NDVIslope_{max};
- le INDVI en juin comme mesure du timing du printemps¹ – INDVI_{jun}

```
for (i in unique(veget$year)) {
  sub <- subset(res, year == i & month %in% c(3, 4,
    5, 6))
  veget$NDVIslope[veget$year == i] <- (sub$ndvicomp[8] -
    sub$ndvicomp[1])/(sub$daynr[8] - sub$daynr[1])
  veget$NDVIslopemax[veget$year == i] <- max(diff(sub$ndvicomp))
}
veget$INDVIjun <- aggregate(list(INDVIjun = res$ndvicomp[res$month ==
  6]), list(year = res$year[res$month == 6]), sum)$INDVIjun
```

Pour ce qui est du début de la saison de végétation, la fin et la longueur, cela reste des paramètres difficiles à extraire. Je préfère donc pour l’instant m’en tenir à ce qui est relativement simple et surtout robuste.

3 NAO

Pour plus d’information² sur cet indice voir HURRELL (1995), STENSETH *et al.* (2002), HURRELL *et al.* (2003), STENSETH *et al.* (2003). L’indice est potentiellement disponible chaque mois, cependant la dernière mise à jour sur le site de Hurrell s’arrête en 2003. Par contre les données hivernales (celle classiquement utilisée dans les études de l’hémisphère nord) sont disponibles jusqu’en 2007.

On les charge et on les ajoute aux données NDVI.

```
env <- veget
nao <- read.delim("Data/nao.txt")
env <- merge(env, nao)
```

Voilà à quoi ressemble les données.

```
env
```

| | year | INDVItot | NDVI _{max} | NDVI _{intra} | NDVI _{peak} | NDVI _{slope} | NDVI _{slope_{max}} |
|----|------|----------|---------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| 1 | 1989 | 2.859 | 0.2589 | 0.09057 | 219 | 0.002072 | 0.04182 |
| 2 | 1990 | 2.409 | 0.2170 | 0.08963 | 219 | 0.001758 | 0.03500 |
| 3 | 1991 | 2.589 | 0.2325 | 0.08971 | 219 | 0.001962 | 0.03836 |
| 4 | 1992 | 2.488 | 0.2228 | 0.08940 | 219 | 0.001866 | 0.04209 |
| 5 | 1993 | 2.289 | 0.2025 | 0.08757 | 219 | 0.001675 | 0.04300 |
| 6 | 1994 | 2.752 | 0.2452 | 0.08733 | 219 | 0.001870 | 0.03755 |
| 7 | 1995 | 2.819 | 0.2525 | 0.08940 | 219 | 0.002099 | 0.05000 |
| 8 | 1996 | 2.801 | 0.2508 | 0.08956 | 219 | 0.001985 | 0.03864 |
| 9 | 1997 | 2.982 | 0.2688 | 0.09015 | 219 | 0.002194 | 0.04109 |
| 10 | 1998 | 3.340 | 0.3032 | 0.09079 | 219 | 0.002545 | 0.05236 |
| 11 | 1999 | 3.142 | 0.2838 | 0.09032 | 219 | 0.002322 | 0.04545 |
| 12 | 2000 | 3.421 | 0.3079 | 0.08973 | 219 | 0.002573 | 0.05445 |

¹On a en effet montré avec Sandra que plus cette valeur était forte plus le printemps avait été précoce, et inversement. Dans la mesure où la démonstration a été faite pour Ram Mountain et Caw Ridge, on peut raisonnablement penser que cela tient pour la Sassièrè.

²Dans ma thèse j’ai aussi fait un encart sur cet indice pg. 155

| | | | | | | | |
|----|----------|-------|--------|---------|-----|----------|---------|
| 13 | 2001 | 3.600 | 0.3194 | 0.08871 | 219 | 0.002631 | 0.05327 |
| 14 | 2002 | 3.327 | 0.2971 | 0.08809 | 219 | 0.002431 | 0.04573 |
| 15 | 2003 | 3.255 | 0.2957 | 0.09086 | 219 | 0.002448 | 0.04591 |
| 16 | 2004 | 3.035 | 0.2741 | 0.09031 | 219 | 0.001992 | 0.04845 |
| 17 | 2005 | 3.711 | 0.3240 | 0.08731 | 219 | 0.002581 | 0.04691 |
| 18 | 2006 | 3.488 | 0.3035 | 0.08703 | 233 | 0.001855 | 0.03645 |
| | INDVIjun | nao | | | | | |
| 1 | 0.4410 | 5.08 | | | | | |
| 2 | 0.3604 | 3.96 | | | | | |
| 3 | 0.4000 | 1.03 | | | | | |
| 4 | 0.3777 | 3.28 | | | | | |
| 5 | 0.3488 | 2.67 | | | | | |
| 6 | 0.4019 | 3.03 | | | | | |
| 7 | 0.4181 | 3.96 | | | | | |
| 8 | 0.4298 | -3.78 | | | | | |
| 9 | 0.4643 | -0.17 | | | | | |
| 10 | 0.5339 | 0.72 | | | | | |
| 11 | 0.4839 | 1.70 | | | | | |
| 12 | 0.5344 | 2.80 | | | | | |
| 13 | 0.5363 | -1.89 | | | | | |
| 14 | 0.5173 | 0.76 | | | | | |
| 15 | 0.5081 | 0.20 | | | | | |
| 16 | 0.4128 | -0.07 | | | | | |
| 17 | 0.5255 | 0.12 | | | | | |
| 18 | 0.3633 | -1.09 | | | | | |

Une représentation de la variabilité de chaque paramètre :

```
apply(env, 2, function(x) sd(x)/mean(x))
```

| | | | | |
|-----------|--------------|----------|-----------|----------|
| year | INDVItot | NDVImax | NDVIintra | NDVIpeak |
| 0.002673 | 0.139791 | 0.136356 | 0.014203 | 0.015014 |
| NDVIslope | NDVIslopemax | INDVIjun | nao | |
| 0.145228 | 0.133704 | 0.148548 | 1.841996 | |

On exporte au format csv les données.

```
write.csv(env, "env_marmottes.csv")
```

Références

- HOLBEN, B. N. (1986). Characteristics of maximum-value composite images from temporal AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing*, 7 : 1417–1434.
- HURRELL, J. W., KUSHNIR, Y., OTTERSEN, G., & VISBECK, M. (2003). *The North Atlantic Oscillation : climatic significance and environmental impact*, volume 134. Geophysical Monograph Series.
- HURRELL, J. W. (1995). Decadal trends in the North Atlantic Oscillation : regional temperatures and precipitation. *Science*, 269 : 676–679.
- PETTORELLI, N., PELLETIER, F., VON HARDENBERG, A., FESTA-BIANCHET, M., & CÔTÉ, S. D. (2007). Early onset of vegetation growth vs. rapid green-up : impacts on juvenile mountain ungulates. *Ecology*, 88 : 381–390.
- PETTORELLI, N., VIK, J. O., MYSTERUD, A., GAILLARD, J.-M., TUCKER, C. J., & STENSETH, N. C. (2005). Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in Ecology and Evolution*, 20(9) : 503–510.
- STENSETH, N. C., MYSTERUD, A., OTTERSEN, G., HURRELL, J. W., CHAN, K.-S., & LIMA, M. (2002). Ecological effects of climate fluctuations. *Science*, 297 : 1292–1296.
- STENSETH, N. C., OTTERSEN, G., HURRELL, J. W., MYSTERUD, A., LIMA, M., CHAN, K.-S., YOCOZ, N. G., & ADLANDSVIK, B. (2003). Studying climate effects on ecology through the use of climate indices : the North Atlantic Oscillation, El Niño Southern Oscillation and beyond. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 270 : 2087–2096.
- TUCKER, C. J., PINZON, J. E., BROWN, M. E., SLAYBACK, D. A., PAK, E. W., MAHONEY, R. VERMOTE, E. F., & EL SALEOUS, N. (2005). An extended AVHRR 8-km NDVI dataset compatible with MODIS and SPOT vegetation NDVI data. *International Journal of Remote Sensing*, 26 : 4485–4498.