UNIVERSITÉ PAUL VALÉRY MONTPELLIER 3

LAAB
Laboratoire Associatif
d'Art & de Botanique

VEGETA

How vegetation expresses itself over time ...

Anaëlle Dambreville, Nabil Ouhi, Idriss Roudmane & Darren Samreth

Supervised by Sophie Lèbre & François-David Collin

M!ASHS

22/12/2017

What is Vegeta?

- Plant response to climate change is a **MAJOR** issue

- Sap flow ”**The Blood** “ reflects plant health status
- But influenced by many environmental variables & changes over time !

Goals

- Identify variables affecting the sap flow
- Find interactive visualization of the sap flow
- To build a real dynamic tool

Outline

Methodology

- Data
- Model
- Web and data visualization

Results

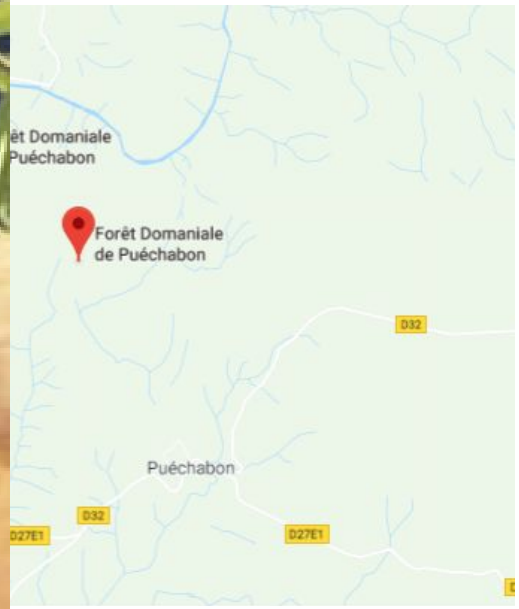
Conclusion & Prospects

Methodology: the data

Methodology: the data

Methodology: the data

Methodology: the data



Methodology: the data

Cleaned dataset

Methodology: the data

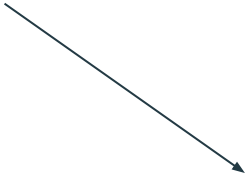
Cleaned dataset

Predict sap flow for a day based on environmental variables and time

Methodology: the data

Cleaned dataset

Predict sap flow for a day based on environmental variables and time



To calculate the average evolution of the sap flow each month

Methodology: the data

Cleaned dataset

Predict sap flow for a day based on environmental variables and time

To calculate the average evolution of the sap flow each month

Methodology: the data

ISSUES !!

Methodology: the modeling

- Multiple linear regression

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \ldots + \beta_n X_{in} + \varepsilon_i$$

Sap flow

28 environmental variables (regressors)

Methodology: the modeling

- Check correlations between regressors

Methodology: the modeling

- Check correlations between regressors

	NETRAD	P	PA	PPFDdif	PPFD in	PPFD out	RH	SW in	SW out	TA	TS	WD	WS	CO2	FC	H	H2O	LE	SB	SC	SH	SLE	TAU	USTAR	ZL	G	VPD	SAP_FLOW
NETRAD	1,0	-0,07	0,12	0,82	0,99	0,96	-0,55	0,99	0,96	0,49	0,16	0,12	0,08	-0,43	-0,78	0,88	0,14	0,85	0,66	-0,18	0,49	0,12	0,10	0,21	-0,26	0,61	0,57	0,82
P	-0,07	1,0	-0,09	-0,08	-0,09	-0,10	0,14	-0,09	-0,10	-0,03	0,02	0,06	0,07	-0,02	0,08	-0,10	0,09	-0,08	-0,01	-0,02	-0,16	0,00	0,06	0,08	0,01	-0,01	-0,10	-0,08
PA	0,12	-0,09	1,0	0,07	0,15	0,14	-0,14	0,15	0,15	0,12	0,16	-0,06	-0,20	0,00	-0,07	0,18	-0,02	0,10	-0,02	0,00	0,03	-0,03	-0,25	-0,25	-0,05	-0,02	0,13	0,14
PPFD_DIF	0,82	-0,08	0,07	1,0	0,81	0,80	-0,47	0,81	0,83	0,41	0,12	0,17	0,12	-0,46	-0,84	0,73	0,12	0,67	0,61	-0,17	0,40	0,13	0,12	0,23	-0,21	0,57	0,45	0,68
PPFD_IN	0,99	-0,09	0,15	0,81	1,0	0,98	-0,63	1,00	0,98	0,54	0,19	0,09	0,07	-0,45	-0,78	0,88	0,13	0,88	0,68	-0,16	0,45	0,10	0,07	0,18	-0,26	0,63	0,65	0,85
PPFD_OUT	0,96	-0,10	0,14	0,80	0,98	1,0	-0,65	0,98	0,97	0,51	0,12	0,08	0,09	-0,44	-0,74	0,88	0,07	0,84	0,67	-0,15	0,44	0,10	0,09	0,20	-0,23	0,61	0,64	0,82
RH	-0,55	0,14	-0,14	-0,47	-0,63	-0,65	1,0	-0,62	-0,66	-0,69	-0,24	-0,02	-0,14	0,53	0,45	-0,48	-0,01	-0,67	-0,61	0,02	-0,08	-0,03	-0,08	-0,15	0,12	-0,57	-0,91	-0,75
SW_IN	0,99	-0,09	0,15	0,81	1,00	0,98	-0,62	1,0	0,98	0,53	0,18	0,08	0,07	-0,44	-0,78	0,88	0,13	0,87	0,67	-0,17	0,47	0,10	0,07	0,18	-0,26	0,61	0,63	0,84
SW_OUT	0,96	-0,10	0,15	0,83	0,98	0,97	-0,66	0,98	1,0	0,55	0,18	0,07	0,07	-0,47	-0,78	0,87	0,10	0,86	0,69	-0,15	0,43	0,10	0,06	0,17	-0,23	0,64	0,67	0,85
TA	0,49	-0,03	0,12	0,41	0,54	0,51	-0,69	0,53	0,55	1,0	0,75	0,07	0,06	-0,42	-0,41	0,33	0,70	0,62	0,73	-0,01	0,05	0,03	0,00	0,07	-0,12	0,73	0,83	0,68
TS	0,16	0,02	0,16	0,12	0,19	0,12	-0,24	0,18	0,18	0,75	1,0	0,06	-0,05	-0,16	-0,16	0,03	0,79	0,27	0,29	0,03	-0,07	-0,03	-0,15	-0,10	-0,02	0,33	0,42	0,34
WD	0,12	0,06	-0,06	0,17	0,09	0,08	-0,02	0,08	0,07	0,07	0,06	1,0	0,12	-0,21	-0,14	0,04	0,06	0,07	0,13	-0,03	0,03	0,02	0,15	0,18	-0,13	0,12	0,03	0,07
WS	0,08	0,07	-0,20	0,12	0,07	0,09	-0,14	0,07	0,07	0,06	-0,05	0,12	1,0	-0,33	-0,12	-0,06	-0,03	0,02	0,14	-0,03	-0,05	-0,03	0,86	0,92	0,09	0,12	0,05	0,08
CO2	-0,43	-0,02	0,00	-0,46	-0,45	-0,44	0,53	-0,44	-0,47	-0,42	-0,16	-0,21	-0,33	1,0	0,54	-0,29	-0,06	-0,48	-0,49	0,07	-0,05	-0,03	-0,22	-0,36	0,08	-0,44	-0,50	-0,56
FC	-0,78	0,08	-0,07	-0,84	-0,78	-0,74	0,45	-0,78	-0,78	-0,41	-0,16	-0,14	-0,12	0,54	1,0	-0,70	-0,13	-0,71	-0,59	0,16	-0,34	-0,09	-0,09	-0,20	0,20	-0,55	-0,46	-0,71
H	0,88	-0,10	0,18	0,73	0,88	0,88	-0,48	0,88	0,87	0,33	0,03	0,04	-0,06	-0,29	-0,70	1,0	-0,02	0,72	0,52	-0,12	0,41	0,09	-0,02	0,05	-0,25	0,47	0,45	0,67
H2O	0,14	0,09	-0,02	0,12	0,13	0,07	-0,01	0,13	0,10	0,70	0,79	0,06	-0,03	-0,06	-0,13	-0,02	1,0	0,18	0,41	-0,01	0,00	0,03	-0,06	-0,03	-0,06	0,46	0,25	0,20
LE	0,85	-0,08	0,10	0,67	0,88	0,84	-0,67	0,87	0,86	0,62	0,27	0,07	0,02	-0,48	-0,71	0,72	0,18	1,0	0,67	-0,09	0,30	0,05	0,03	0,13	-0,18	0,63	0,74	0,89
SB	0,66	-0,01	-0,02	0,61	0,68	0,67	-0,61	0,67	0,69	0,73	0,29	0,13	0,14	-0,49	-0,59	0,52	0,41	0,67	1,0	-0,06	0,12	0,08	0,12	0,21	-0,15	0,99	0,70	0,72
SC	-0,18	-0,02	0,00	-0,17	-0,16	-0,15	0,02	-0,17	-0,15	-0,01	0,03	-0,03	-0,03	0,07	0,16	-0,12	-0,01	-0,09	-0,06	1,0	-0,37	0,04	-0,05	-0,07	0,15	-0,06	-0,01	-0,06
SH	0,49	-0,16	0,03	0,40	0,45	0,44	-0,08	0,47	0,43	0,05	-0,07	0,03	-0,05	-0,05	-0,34	0,41	0,00	0,30	0,12	-0,37	1,0	0,19	0,06	0,10	-0,28	0,12	0,07	0,19
SLE	0,12	0,00	-0,03	0,13	0,10	0,10	-0,03	0,10	0,10	0,03	-0,03	0,02	-0,03	-0,03	-0,09	0,09	0,03	0,05	0,08	0,04	0,19	1,0	0,04	0,04	-0,09	0,08	0,03	0,05
TAU	0,10	0,06	-0,25	0,12	0,07	0,09	-0,08	0,07	0,06	0,00	-0,15	0,15	0,86	-0,22	-0,09	-0,02	-0,06	0,03	0,12	-0,05	0,06	0,04	1,0	0,93	0,00	0,10	0,01	0,03
USTAR	0,21	0,08	-0,25	0,23	0,18	0,20	-0,15	0,18	0,17	0,07	-0,10	0,18	0,92	-0,36	-0,20	0,05	-0,03	0,13	0,21	-0,07	0,10	0,04	0,93	1,0	0,00	0,18	0,07	0,14
ZL	-0,26	0,01	-0,05	-0,21	-0,26	-0,23	0,12	-0,26	-0,23	-0,12	-0,02	-0,13	0,09	0,08	0,20	-0,25	-0,06	-0,18	-0,15	0,15	-0,28	-0,09	0,00	0,00	1,0	-0,14	-0,13	-0,16
G	0,61	-0,01	-0,02	0,57	0,63	0,61	-0,57	0,61	0,64	0,73	0,33	0,12	0,12	-0,44	-0,55	0,47	0,46	0,63	0,99	-0,06	0,12	0,08	0,10	0,18	-0,14	1,0	0,67	0,67
VPD	0,57	-0,10	0,13	0,45	0,65	0,64	-0,91	0,63	0,67	0,83	0,42	0,03	0,05	-0,50	-0,46	0,45	0,25	0,74	0,70	-0,01	0,07	0,03	0,01	0,07	-0,13	0,67	1,0	0,81
SAP_FLOW	0,82	-0,08	0,14	0,68	0,85	0,82	-0,75	0,84	0,85	0,68	0,34	0,07	0,08	-0,56	-0,71	0,67	0,20	0,89	0,72	-0,06	0,19	0,05	0,03	0,14	-0,16	0,67	0,81	1,0

Methodology: the modeling

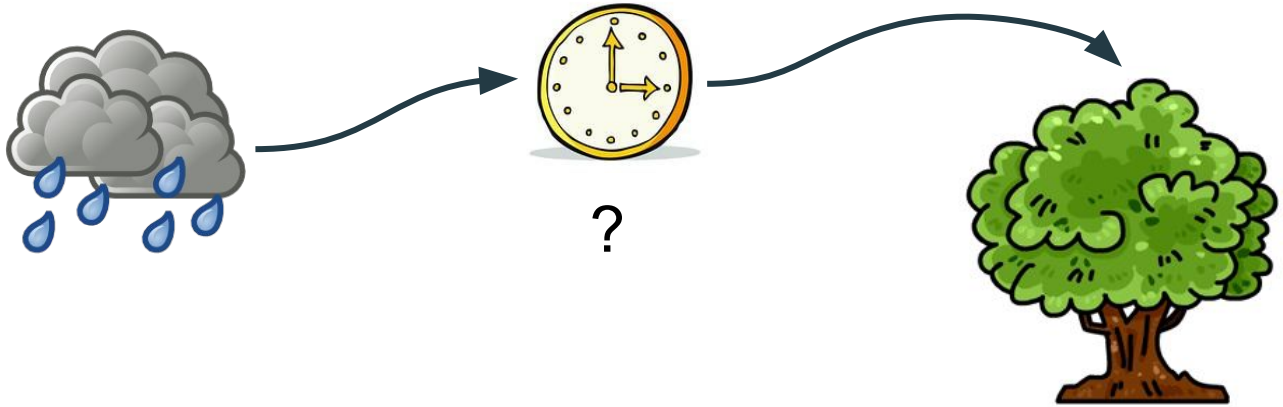
- Check correlations between regressors

	NETRAD	P	PA	PPFDdif	PPFD in	PPFD out	RH	SW in	SW out	TA	TS	WD	WS	CO2	FC	H	H2O	LE	SB	SC	SH	SLE	TAU	USTAR	ZL	G	VPD	SAP_FLOW
NETRAD	1,0	-0,07	0,12	0,82	0,99	0,96	-0,55	0,99	0,96	0,49	0,16	0,12	0,08	-0,43	-0,78	0,88	0,14	0,85	0,66	-0,18	0,49	0,12	0,10	0,21	-0,26	0,61	0,57	0,82
P	-0,07	1,0	-0,09	-0,08	-0,09	-0,10	0,14	-0,09	-0,10	-0,03	0,02	0,06	0,07	-0,02	0,08	-0,10	0,09	-0,08	-0,01	-0,02	-0,16	0,00	0,06	0,08	0,01	-0,01	-0,10	-0,08
PA	0,12	-0,09	1,0	0,07	0,15	0,14	-0,14	0,15	0,15	0,12	0,16	-0,06	-0,20	0,00	-0,07	0,18	-0,02	0,10	-0,02	0,00	0,03	-0,03	-0,25	-0,25	-0,05	-0,02	0,13	0,14
PPFD_DIF	0,82	-0,08	0,07	1,0	0,81	0,80	-0,47	0,81	0,83	0,41	0,12	0,17	0,12	-0,46	-0,84	0,73	0,12	0,67	0,61	-0,17	0,40	0,13	0,12	0,23	-0,21	0,57	0,45	0,68
PPFD_IN	0,99	-0,09	0,15	0,81	1,0	0,98	-0,63	1,00	0,98	0,54	0,19	0,09	0,07	-0,45	-0,78	0,88	0,13	0,88	0,68	-0,16	0,45	0,10	0,07	0,18	-0,26	0,63	0,65	0,85
PPFD_OUT	0,96	-0,10	0,14	0,80	0,98	1,0	-0,65	0,98	0,97	0,51	0,12	0,08	0,09	-0,44	-0,74	0,88	0,07	0,84	0,67	-0,15	0,44	0,10	0,09	0,20	-0,23	0,61	0,64	0,82
RH	-0,55	0,14	-0,14	-0,47	-0,63	-0,65	1,0	-0,62	-0,66	-0,69	-0,24	-0,02	-0,14	0,53	0,45	-0,48	-0,01	-0,67	-0,61	0,02	-0,08	-0,03	-0,08	-0,15	0,12	-0,57	-0,91	-0,75
SW_IN	0,99	-0,09	0,15	0,81	1,00	0,98	-0,62	1,0	0,98	0,53	0,18	0,08	0,07	-0,44	-0,78	0,88	0,13	0,87	0,67	-0,17	0,47	0,10	0,07	0,18	-0,26	0,61	0,63	0,84
SW_OUT	0,96	-0,10	0,15	0,83	0,98	0,97	-0,66	0,98	1,0	0,55	0,18	0,07	0,07	-0,47	-0,78	0,87	0,10	0,86	0,69	-0,15	0,43	0,10	0,06	0,17	-0,23	0,64	0,67	0,85
TA	0,49	-0,03	0,12	0,41	0,54	0,51	-0,69	0,53	0,55	1,0	0,75	0,07	0,06	-0,42	-0,41	0,33	0,70	0,62	0,73	-0,01	0,05	0,03	0,00	0,07	-0,12	0,73	0,83	0,68
TS	0,16	0,02	0,16	0,12	0,19	0,12	-0,24	0,18											,29	0,03	-0,07	-0,03	-0,15	-0,10	-0,02	0,33	0,42	0,34
WD	0,12	0,06	-0,06	0,17	0,09	0,08	-0,02	0,08											,13	-0,03	0,03	0,02	0,15	0,18	-0,13	0,12	0,03	0,07
WS	0,08	0,07	-0,20	0,12	0,07	0,09	-0,14	0,07											,14	-0,03	-0,05	-0,03	0,86	0,92	0,09	0,12	0,05	0,08
CO2	-0,43	-0,02	0,00	-0,46	-0,45	-0,44	0,53	-0,44											,49	0,07	-0,05	-0,03	-0,22	-0,36	0,08	-0,44	-0,50	-0,56
FC	-0,78	0,08	-0,07	-0,84	-0,78	-0,74	0,45	-0,78											,59	0,16	-0,34	-0,09	-0,09	-0,20	0,20	-0,55	-0,46	-0,71
H	0,88	-0,10	0,18	0,73	0,88	0,88	-0,48	0,88											,52	-0,12	0,41	0,09	-0,02	0,05	-0,25	0,47	0,45	0,67
H2O	0,14	0,09	-0,02	0,12	0,13	0,07	-0,01	0,13	0,10	0,70	0,79	0,06	-0,03	-0,06	-0,13	-0,02	1,0	0,18	0,41	-0,01	0,00	0,03	-0,06	-0,03	-0,06	0,46	0,25	0,20
LE	0,85	-0,08	0,10	0,67	0,88	0,84	-0,67	0,87	0,86	0,62	0,27	0,07	0,02	-0,48	-0,71	0,72	0,18	1,0	0,67	-0,09	0,30	0,05	0,03	0,13	-0,18	0,63	0,74	0,89
SB	0,66	-0,01	-0,02	0,61	0,68	0,67	-0,61	0,67	0,69	0,73	0,29	0,13	0,14	-0,49	-0,59	0,52	0,41	0,67	1,0	-0,06	0,12	0,08	0,12	0,21	-0,15	0,99	0,70	0,72
SC	-0,18	-0,02	0,00	-0,17	-0,16	-0,15	0,02	-0,17	-0,15	-0,01	0,03	-0,03	-0,03	0,07	0,16	-0,12	-0,01	-0,09	-0,06	1,0	-0,37	0,04	-0,05	-0,07	0,15	-0,06	-0,01	-0,06
SH	0,49	-0,16	0,03	0,40	0,45	0,44	-0,08	0,47	0,43	0,05	-0,07	0,03	-0,05	-0,05	-0,34	0,41	0,00	0,30	0,12	-0,37	1,0	0,19	0,06	0,10	-0,28	0,12	0,07	0,19
SLE	0,12	0,00	-0,03	0,13	0,10	0,10	-0,03	0,10	0,10	0,03	-0,03	0,02	-0,03	-0,03	-0,09	0,09	0,03	0,05	0,08	0,04	0,19	1,0	0,04	0,04	-0,09	0,08	0,03	0,05
TAU	0,10	0,06	-0,25	0,12	0,07	0,09	-0,08	0,07	0,06	0,00	-0,15	0,15	0,86	-0,22	-0,09	-0,02	-0,06	0,03	0,12	-0,05	0,06	0,04	1,0	0,93	0,00	0,10	0,01	0,03
USTAR	0,21	0,08	-0,25	0,23	0,18	0,20	-0,15	0,18	0,17	0,07	-0,10	0,18	0,92	-0,36	-0,20	0,05	-0,03	0,13	0,21	-0,07	0,10	0,04	0,93	1,0	0,00	0,18	0,07	0,14
ZL	-0,26	0,01	-0,05	-0,21	-0,26	-0,23	0,12	-0,26	-0,23	-0,12	-0,02	-0,13	0,09	0,08	0,20	-0,25	-0,06	-0,18	-0,15	0,15	-0,28	-0,09	0,00	0,00	1,0	-0,14	-0,13	-0,16
G	0,61	-0,01	-0,02	0,57	0,63	0,61	-0,57	0,61	0,64	0,73	0,33	0,12	0,12	-0,44	-0,55	0,47	0,46	0,63	0,99	-0,06	0,12	0,08	0,10	0,18	-0,14	1,0	0,67	0,67
VPD	0,57	-0,10	0,13	0,45	0,65	0,64	-0,91	0,63	0,67	0,83	0,42	0,03	0,05	-0,50	-0,46	0,45	0,25	0,74	0,70	-0,01	0,07	0,03	0,01	0,07	-0,13	0,67	1,0	0,81
SAP_FLOW	0,82	-0,08	0,14	0,68	0,85	0,82	-0,75	0,84	0,85	0,68	0,34	0,07	0,08	-0,56	-0,71	0,67	0,20	0,89	0,72	-0,06	0,19	0,05	0,03	0,14	-0,16	0,67	0,81	1,0

28 → 16 regressors

Methodology: the modeling

- Find optimal latency period for each regressor



Methodology: the modeling

- The final model (BIC)

Sap flow ~ 11 environmental variables

$$\text{Sap flow} = 0.5 + 0.0034\ \text{PPFD} + 0.046\ \text{TS} - 6e\text{-}04\ \text{WD} - 0.0036\ \text{CO2} - 0.046\ \text{FC} + 0.026\ \text{H2O} - 0.02\ \text{SB} + 0.0089\ \text{SH} - 4e\text{-}04\ \text{SLE} - 0.012\ \text{ZL} + 1.51\ \text{VPD}$$

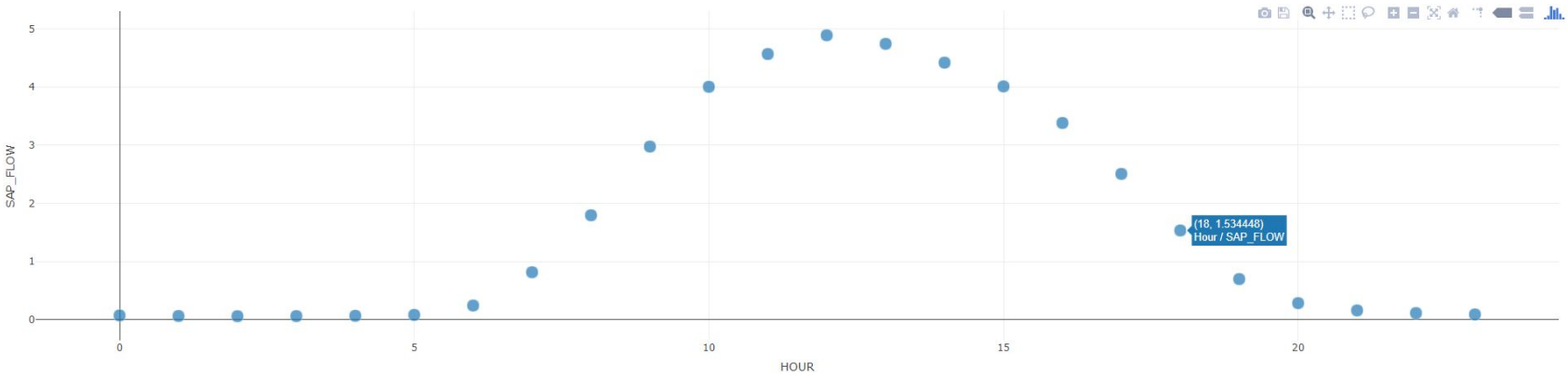
Methodology: the data visualization

Methodology: the data visualization

- Python

Methodology: the data visualization

- Python



Methodology: the data visualization

- D3.js

Methodology: the data visualization

- D3.js

- 2 types of representation:

Methodology: the data visualization

- D3.js

- 2 types of representation:
  - A general model

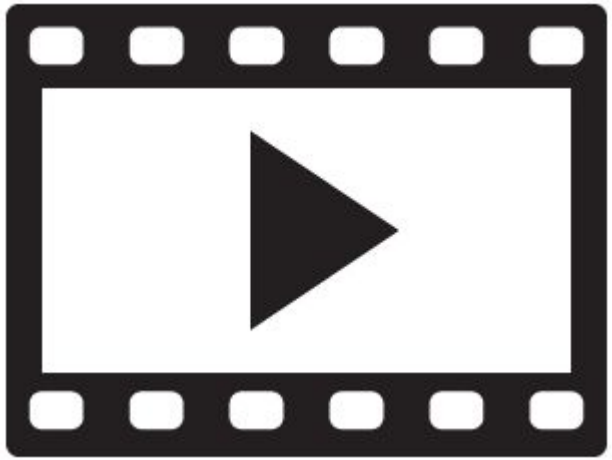
Methodology: the data visualization

- D3.js

- 2 types of representation:
  - A general model
  - A model for each month

Results so far

The video



Conclusion & prospects

Prospects

- Introduce data importation:
  - Fit data to our model

Prospects

- Introduce data importation:
  - Fit data to our model
  - Create new models

Conclusion

- We have selected important variables affecting the sap flow

Conclusion

- We have selected important variables affecting the sap flow
- We have developed a great way to represent the data dynamically

Thank you for your attention !
Any questions?