

1^{er} séminaire en ligne de l'AFGP

La frise chrono-systémique, un outil à la croisée des disciplines. Cas d'applications aux extrêmes hydrologiques



Kevin Thibaut

Bio.I.F. Chercheur doctorant, Uliège

le 27/04/2023

Pierre-Alain Ayrat

Ingénieur de recherche, UMR 7300
ESPACE, CNRS



Sommaire

- Qu'est-ce que la frise chrono-systémique ?
- Comment la construire ?
- 3 exemples sur les extrêmes hydrologiques
- Vers des applications opérationnelles
- Des limites ...
- ... Et des perspectives



Qu'est-ce que la frise chrono-systémique ?

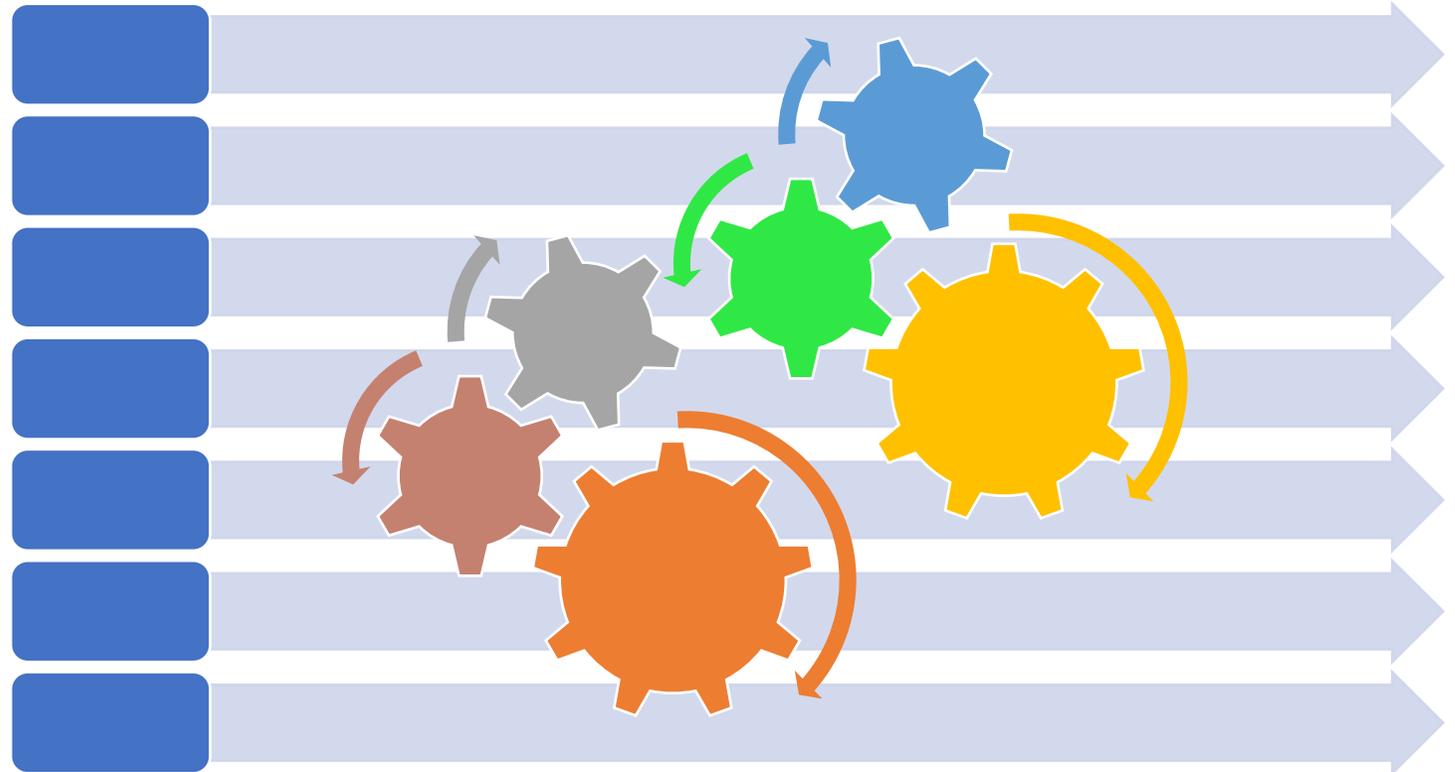


Une ligne du temps



Un territoire et ses systèmes :

- Contexte environnemental
- Secteurs sociaux-économiques
- Acteurs
- Institutions
- ...



***Visualisation synthétique des évolutions des composantes
interdisciplinaires d'un objet/événement complexe***





Instrument interdisciplinaire d'analyse des processus de changements dans un territoire (Bergeret et al., 2015)



- Permet une vision globale de faits et des liens les unissant
- Met en évidence les dynamiques processuelles complexes
- Approche multidisciplinaire de la problématique
- Connection entre sciences humaines, sociales et environnementales
- Révélation des seuils de changement de paradigme



Comment la construire ?

Etape 1 : problématisation et spatialisation

Etape 2 : temporalité

Etape 3 : systèmes (composantes multidisciplinaires)

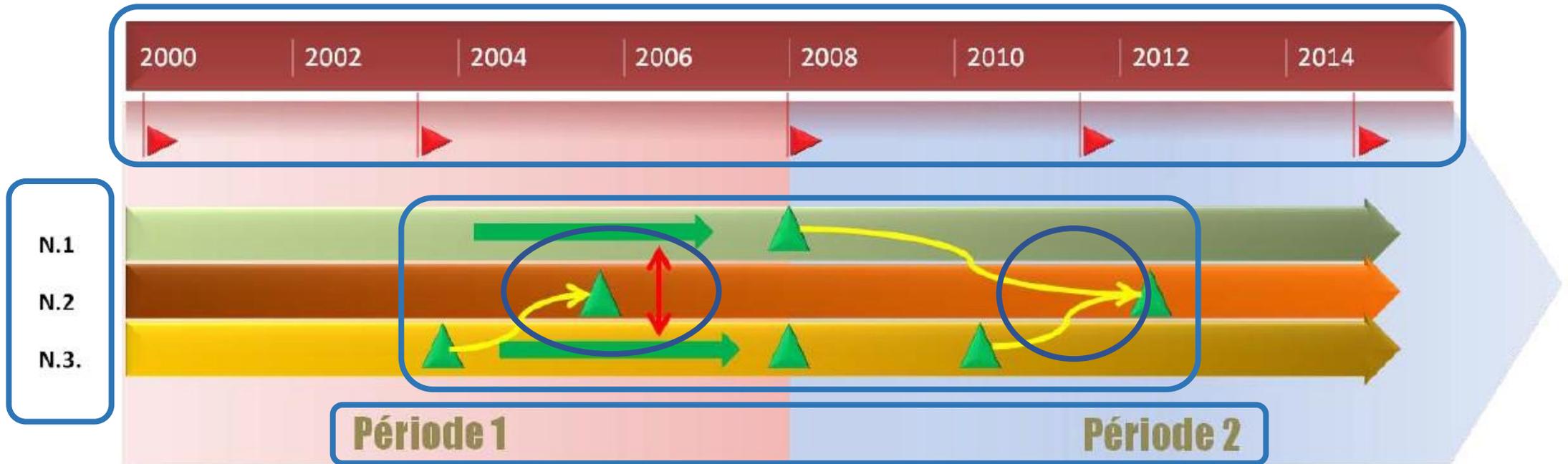
Squelette

Etape 4 : pose des jalons

Etape 5 : lien logiques

Etape 6 : séquençage

Coeur



Bergeret et al., 2015



Problématisation : Large champs des possibles...



- 3 exemples de frises issus d'une recherche menée par le Labex ITEM
 - Configuration foncière à Cahabón (Guatemala): évolution de la grande propriété en 1950 au régime actuel de la petite paysannerie



	1880	1899	1944	1949	1952	1954	1955	1956	1960	1966	1970	1978	1979	1985	2000	
Séquences		COLONAT		Bifurcation vers une agriculture moderne?		Rupture	Retour du colonat – en crise			Seuils de violence			Transformation agraire: propriété collective		PAYSANNERIE: PROPRIÉTÉ INDIVIDUELLE	
Contexte pol. lois agr. et foncières	1870: Suppression terres indiennes	LATIFUNDIO Appel migrants occid. Attrib. adm. des terres	1894 Loi de travail forcé 1936 Loi anti-vagab.	PRINTEMPS DEMOCRATIQUE 1947 Code du travail	Réforme agraire	Coup d'état Annul. Réforme agraire	REGIME MILITAIRE 1962 Création INTA	Début de la guérilla	Assassinat leaders syndicaux modérés	Massacres par l'Armée		TRANSITION DEMOCRATIQUE 1996 ACCORDS DE PAIX		1999: NON au référendum droits indig. 2000 Création de FONTIERRAS		
Marquage temporel	La finca : âge d'or								Déclin des fincas : nostalgie							
VERSION LOCALE LADINA	FINCA Achat de la terre Plantation des Café Avances sur salaires	Rivalité grands propriétaires Lopin contre travail Procès pour invasion de terre			Rachat facile	Mort gd prop BC.	Recomposition des gds. prop. 1 ^{re} ventes directes Procès contre leaders paysans	Subversion faible Instrumentalisation	Assassinat du gd prop. EF. (TABOU)	1 ^{re} ventes à l'INTA + ventes forcées et « Partage » des terres entre les militaires proches du pouvoir		Gde propriété en diminution relative				
Marquage temporel	« Autrefois Pendant/dans l'« Hacienda »					« Pendant / dans la grande souffrance »					« Aujourd'hui »					
VERSION LOCALE Q'EQCHI'	HACIENDA Invasion des étrangers	Asservissement	Abus Colère et Révolte de MX.	Procès pour salaires impayés Reconnaissance de concessions	Expropriation	Lutte juridique Procès pour travail forcé contre gd. Prop. EF.	Radicalisation	Assassinats leaders paysans locaux, dont MX (TABOU) Conflits internes communautés	Paiements collectifs à l'INTA conditionné aux plantations commerciales		Parcellisation avec FONTIERRAS Bouleverse les règles de transmission Expérimentations agro-écologiques					
Marchés	Café	Crises de l'argent et du café (1899, 1928)				Crise du café	Croissance exportation viande vers USA					Crises café, cardamome				
Modes d'habitat et de com.	Habitat disséminé / bourg ladino / Plantations Hacienda Début radios nationales			Création chapelles (centres) en zone rurale		Urbanisation bourg Radios Internationales			Développement pistes, services de base Radios locales		Lotification des hameaux + périurbanisation					
Déforestation									Déforestation par l'élevage				Déforestation : cultures commerciales + séchoirs cardamome → érosion			
Démographie	7500			12000		13000		20000		35000					58000	

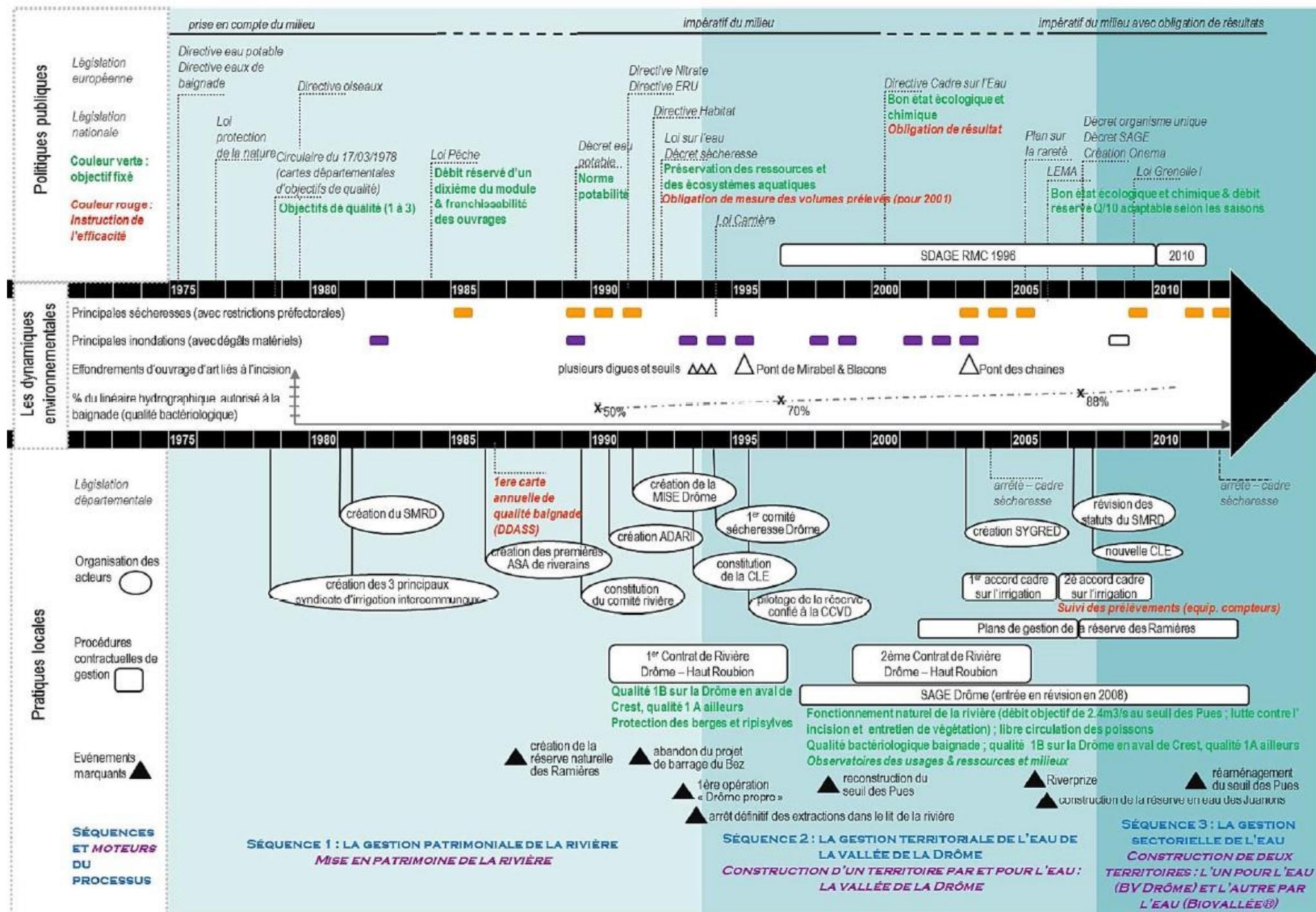
Bergeret in Bergeret et al., 2015

Problématisation : Large champs des possibles...



- 3 exemples de frises issus d'une recherche menée par le Labex ITEM
 - Configuration foncière à Cahabón (Guatemala): évolution de la grande propriété en 1950 au régime actuel de la petite paysannerie
 - Politiques de l'eau sur la rivière Drôme (France) de 1970 à 2014





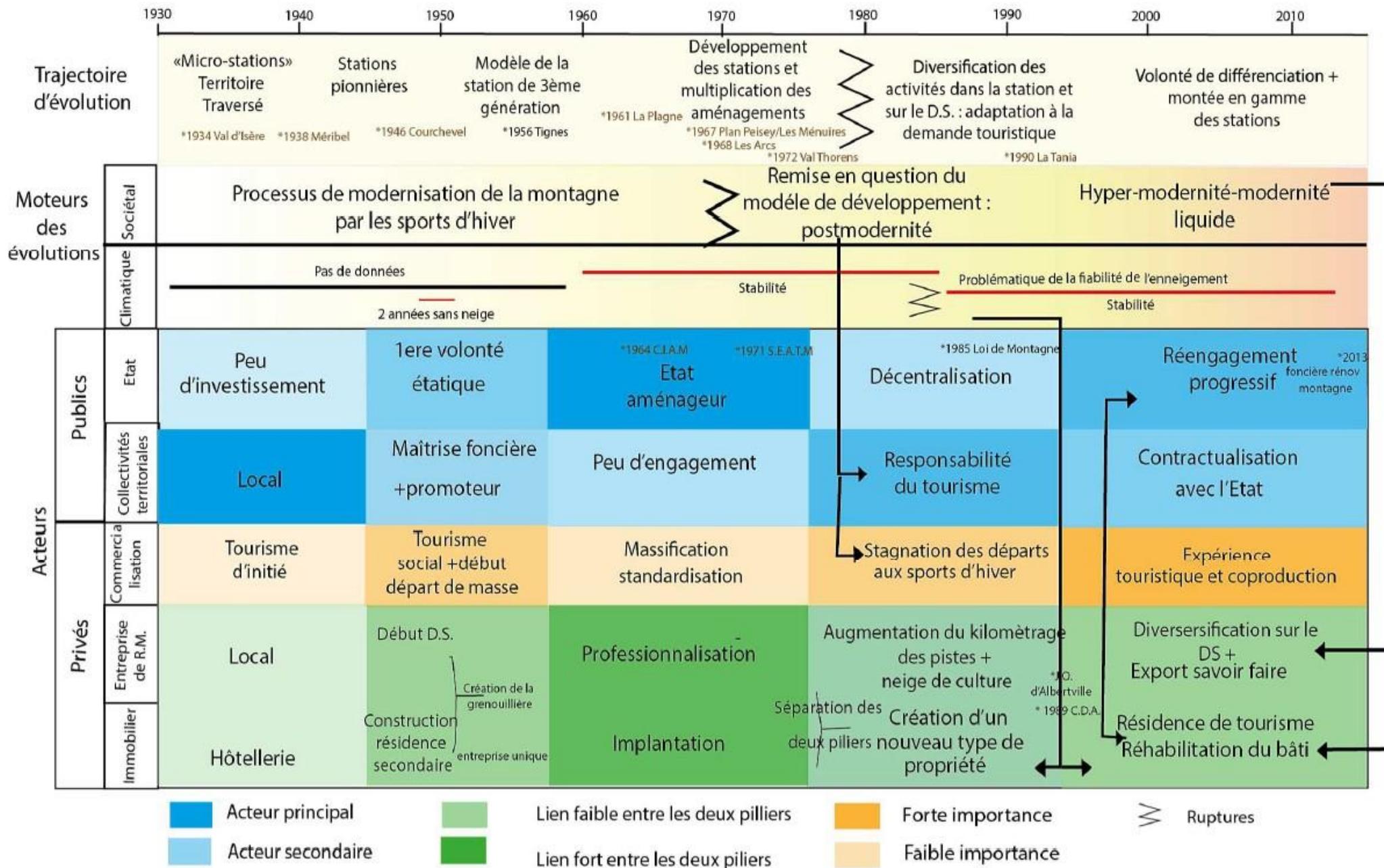
Problématisation : Large champs des possibles...



- 3 exemples de frises issus d'une recherche menée par le Labex ITEM
 - Configuration foncière à Cahabón (Guatemala): évolution de la grande propriété en 1950 au régime actuel de la petite paysannerie
 - Politiques de l'eau sur la rivière Drôme (France) de 1970 à 2014
 - Réponses des stations de sports d'hiver de la Tarentaise (France) face aux changements globaux depuis 1930



Emergence et réponses des stations de sports d'hiver de 3ème génération face aux changements globaux: Application à la Tarentaise



Exemples sur les extrêmes hydrologiques

Sécheresses



*Déficit ou excès
de précipitations*

Inondations



Risques multifactoriels
Incidences multisectorielles
Fréquence et intensité en hausse

- ➔ *Impacts selon les caractéristiques naturelles et sociétales du territoire*
- ➔ *Conséquences majeures liées au manque de préparation et d'anticipation*

« *Frise chrono-systémique* » = *outil adapté au risques transversaux*



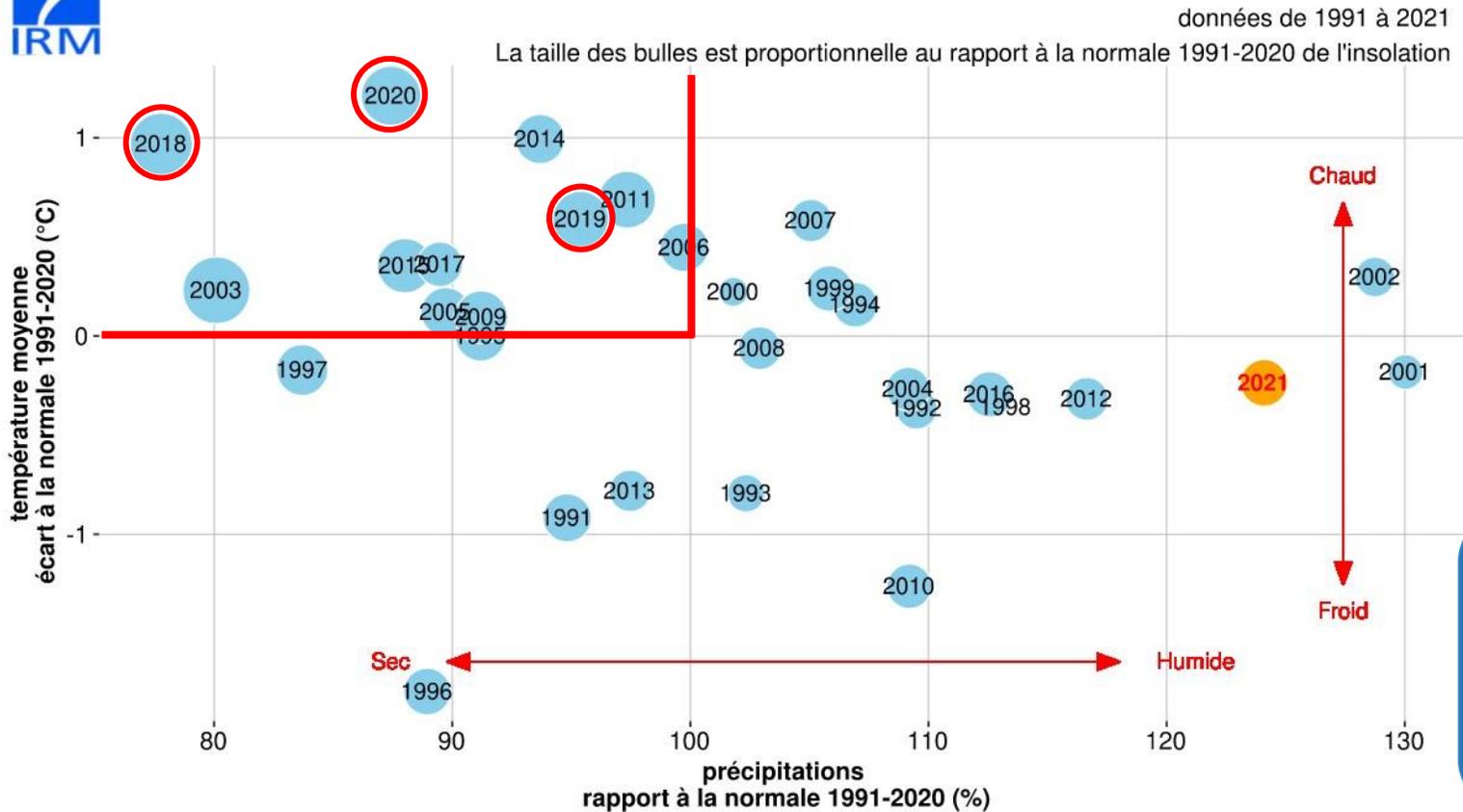
Par une analyse interdisciplinaire du vécu, contribue à l'amélioration de la gestion de crise future similaire



Cas des sécheresses consécutives de 2018 à 2020 en Wallonie



Précipitations, températures et insolation à Uccle, valeurs annuelles



Retours d'expérience
globaux @CRC-W

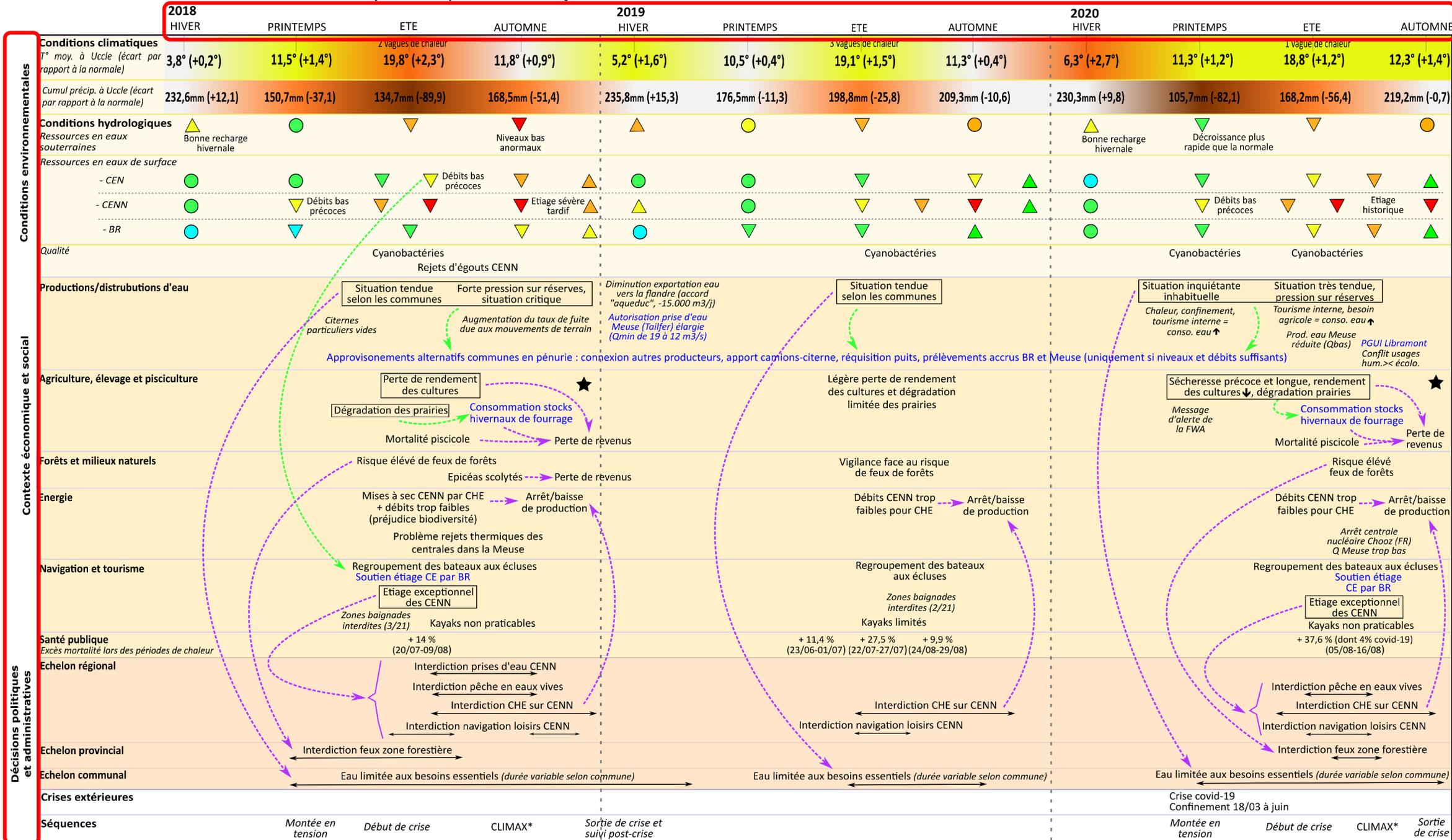
Données
climatiques IRM

Données santé
sciensano

Conditions environnementales
Contexte économique et social
Décisions des autorités



Frise chrono-systémique : Cinétique des sécheresses successives de 2018 à 2020 en Wallonie



Exemples sur les extrêmes hydrologiques

	2018				2019				2020			
	HIVER	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE	HIVER	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE	HIVER	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE
Conditions climatiques			2 vagues de chaleur				3 vagues de chaleur				1 vague de chaleur	
T° moy. à Uccle (écart par rapport à la normale)	3,8° (+0,2°)	11,5° (+1,4°)	19,8° (+2,3°)	11,8° (+0,9°)	5,2° (+1,6°)	10,5° (+0,4°)	19,1° (+1,5°)	11,3° (+0,4°)	6,3° (+2,7°)	11,3° (+1,2°)	18,8° (+1,2°)	12,3° (+1,4°)
Cumul précip. à Uccle (écart par rapport à la normale)	232,6mm (+12,1)	150,7mm (-37,1)	134,7mm (-89,9)	168,5mm (-51,4)	235,8mm (+15,3)	176,5mm (-11,3)	198,8mm (-25,8)	209,3mm (-10,6)	230,3mm (+9,8)	105,7mm (-82,1)	168,2mm (-56,4)	219,2mm (-0,7)
Conditions hydrologiques	▲ Bonne recharge hivernale	●	▼	▼ Niveaux bas anormaux	▲	●	▼	●	▲ Bonne recharge hivernale	▼ Décroissance plus rapide que la normale	▼	●
Ressources en eaux souterraines												
Ressources en eaux de surface												
- CEN	●	●	▼	▼ Débits bas précoces	●	●	▼	▲	●	▼	▼	▲
- CENN	●	▼ Débits bas précoces	▼	▼ Etiage sévère tardif	▲	●	▼	▼	●	▼	▼ Débits bas précoces	▼
- BR	●	▼	▼	▼	●	▼	▼	▲	●	▼	▼	▲
Qualité			Cyanobactéries	Rejets d'égouts CENN			Cyanobactéries			Cyanobactéries	Cyanobactéries	



12 saisons météorologiques avec des t° moyennes plus élevées que la normale + 6 vagues de chaleur



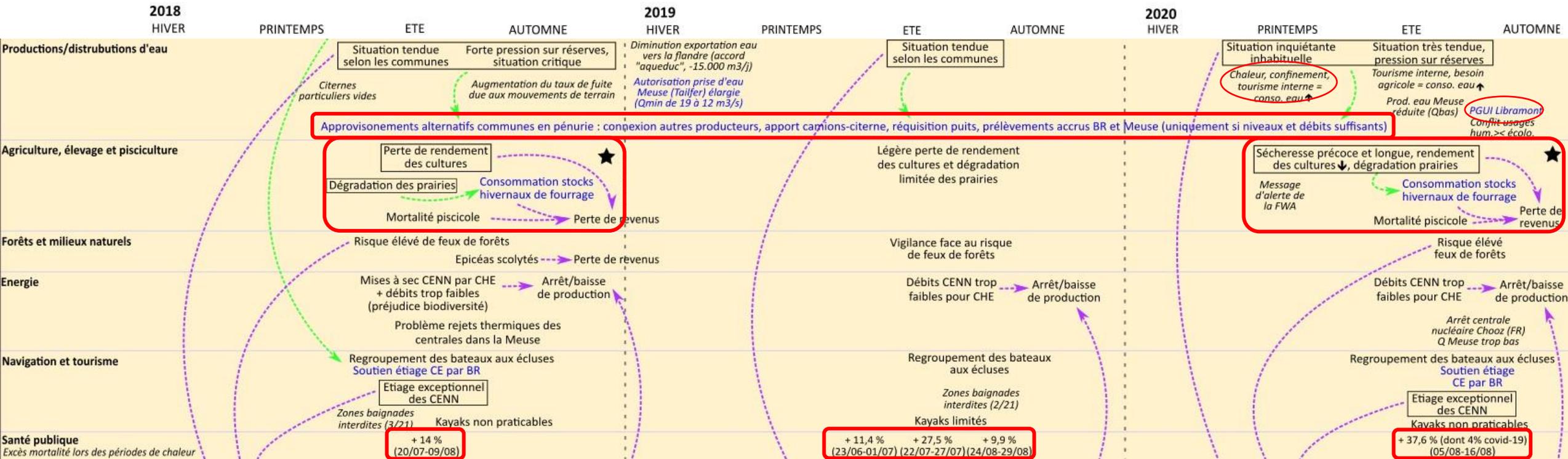
3 années avec des précipitations < normale (-328 mm sur 3 ans ≈ -13%/an)



Situation critique des ressources en eaux à partir d'août jusque novembre en 2018 et 2020



Exemples sur les extrêmes hydrologiques

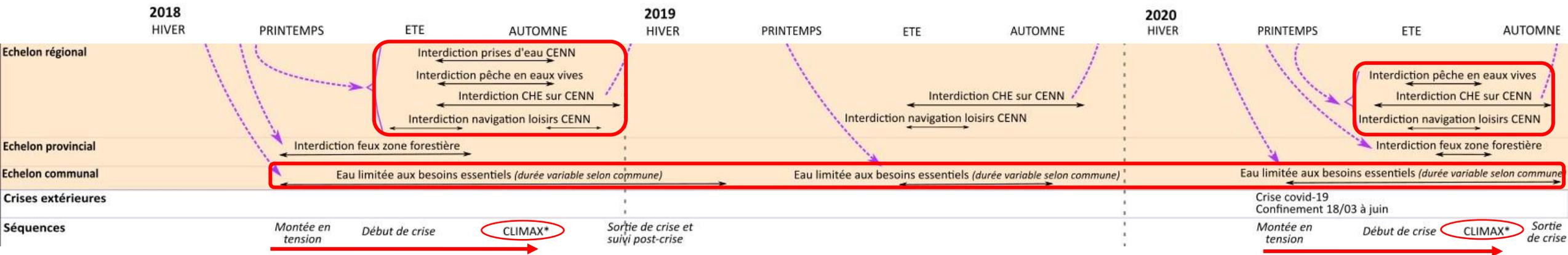


- Pression sur la distribution d'eau
Approvisionnement alternatifs
- rendement des cultures
Forte dégradation des prairies

- mortalité – Attaques de scolytes
Risque de feux de forêts
- Arrêt ou baisse de production des centrales hydroélectriques

- Regroupement des bateaux aux écluses – loisirs aquatiques à l'arrêt
- Excès de mortalité important lors des périodes de chaleur





- **Régional** → interdictions de prélèvement d'eau, de pêche, des microcentrales hydroélectriques et de la navigation touristique ; calamité agricole avec octroi d'indemnisation (2018 et 2020)
- **Provincial** → interdiction de feux en zone forestière
- **Communal** → restrictions des usages de l'eau aux besoins essentiels



Vers une frise chrono-systémique générique à l'échelle locale et nationale

Avec la collaboration de Sarah Hassini

Ayral, P.-A., Dubus, N., Hassini, S., Martin, P., Sauvagnargues, S., Tena-Chollet, F., 2021. Retours sur les simulations de gestion crise « sécheresse » menées dans le cadre du projet HydroPop. Journée Eau & Connaissance, Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, Lyon.

Ayral, P.-A., Hassini, S., Sauvagnargues, S., Tena-Chollet, F., Didon-Lescout, J.-F., Dubus, N., Martin, P., 2019. Appréhender la gestion de crise d'un risque émergent au travers d'une simulation Application à la sécheresse dans les Cévennes, in: Colloque de l'AFGP. Arlon, Belgique.

Hassini, S., 2019. Serious game et gestion de crise : vers une nouvelle pédagogie pour anticiper le risque émergent (Mémoire de fin d'étude). Sciences Po Toulouse.



 Vers une frise chrono-systémique générique à l'échelle locale et nationale

Organiser un Retour d'Expérience (RETEX)

A partir de la méthodologie de la Sécurité civile française

Événement
Chronologie
Contexte et constat
Causes et conséquences
Cycles de décision
Synthèse

CAUSES ET CONSEQUENCES	
Causes	Manque de précipitations, fortes chaleurs
Conséquences	Humaines
	Matérielles
	Economiques
	Environnementales
	Sociales
Prévention	
Protection	

6 événements étudiés (Hassini, 2019)

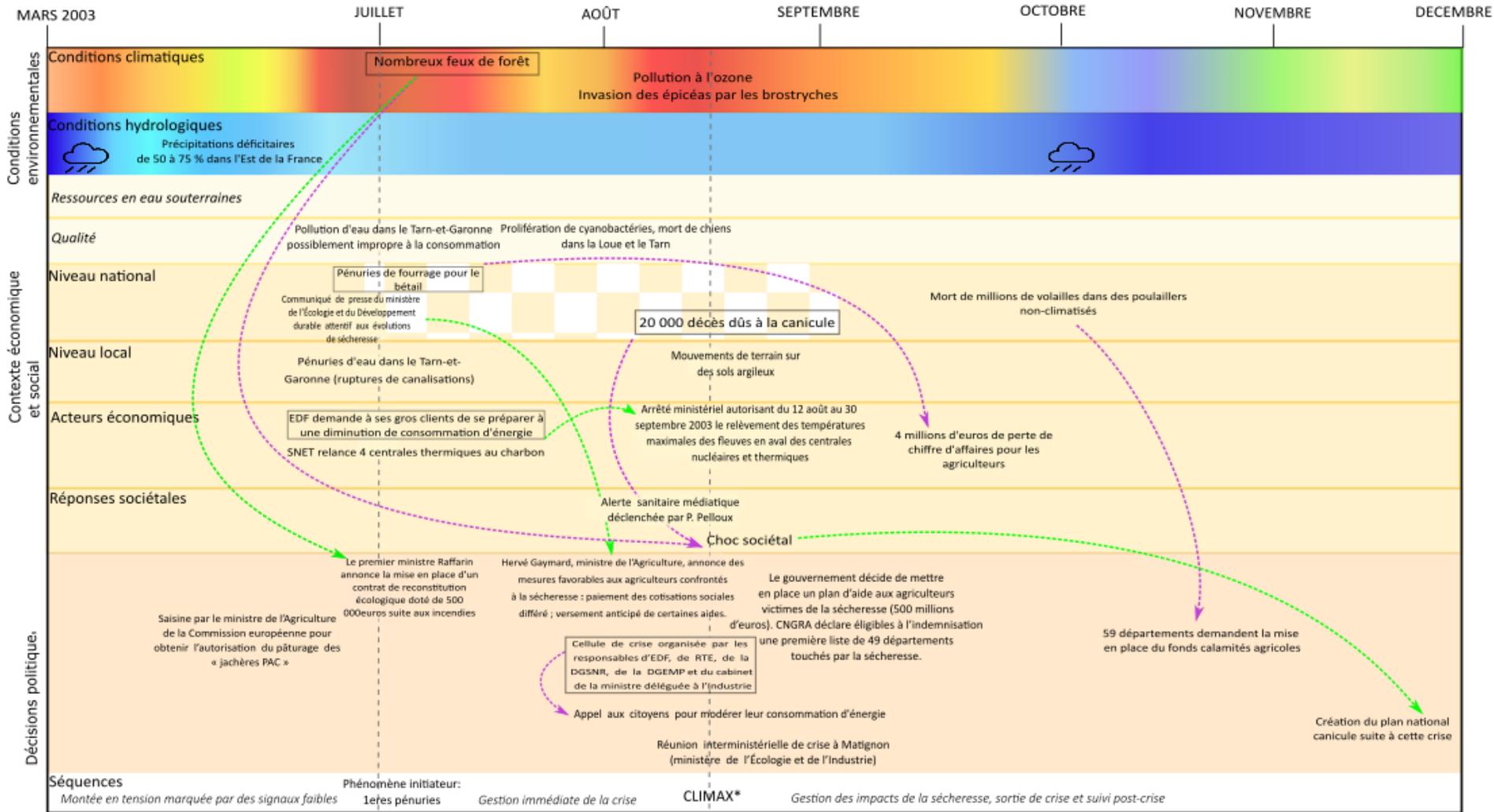
La Californie, Etats-Unis de 2012 à 2017
Le Cap, Afrique du Sud de 2015 à 2018
La France en 1976
La France en 2003
Le Doubs, France en 2018
Vialas, Cévennes, France, 2017

Source : Ministère de l'intérieur et de l'aménagement du territoire. « Guide méthodologique, La conduite du retour d'expérience, éléments techniques et opérationnels ». (Juillet 2006).



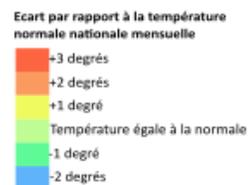
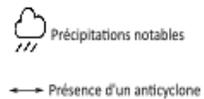
Frise chrono-systémique

Une sécheresse caniculaire: Cinétique de la sécheresse au cours de l'été 2003 en France



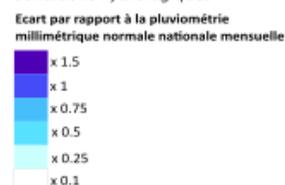
- ❑ Une frise générique
- ❑ De comparer à des cas réels
- ❑ Construire des scénarios de gestion de crise
- ❑ Repérer et anticiper des situations de crise

Conditions climatiques



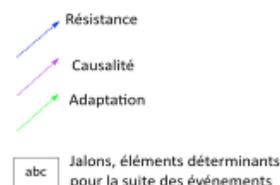
Sources: données de Météo-France

Conditions hydrologiques



*Correspond à la phase la plus aigüe de la crise

Contexte économique et social



Et après...

30 juin 2004 : Loi votée pour reverser un pourcentage des bénéfices de la journée de solidarité nationale pour financer les dommages de la crise

2006 : Procédure exceptionnelle d'indemnisation pour les propriétaires d'habitat principal ayant subi des dommages (180 millions)

Une frise chrono-systémique inondation sur 20 ans !

Avec la collaboration de Valentin Cheval et Mathieu Boivert (Etudiants IMT Mines Alès)

Avec l'ambition de s'intéresser aux 20 ans qui suivent une catastrophe



👉 Une frise chrono-systémique inondation sur 20 ans !

Inondations
catastrophiques de
septembre 2002

23 personnes décédées, 687 mm/24h à Anduze (Gard), des débits spécifiques supérieurs à $20 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$, 1.2 milliards d'euros de dommage...



Pont du Gard, 9/09/2002 (SDIS30)



Sommières, 9/09/2002 (SDIS30)



Gardonnenque, 9/09/2002 (SDIS30)



Frise chrono-systémique : *Les inondations de 2002 à 2022 dans le Gard*

	2002	2003	2005	2007	2008	2014	2015	2020	2022
Conditions climatiques <i>Cumul précip. à Nîmes (écart par rapport à la normale)</i>	1256mm (+65%)	853 mm (+12%)	522mm (-32%)	511mm (-33%)	945mm (+24%)	934mm (+22%)	764mm (0%)	502mm (-34%)	576mm (-25%)
Précipitations locales	Pluies de 300mm sur l'es 2/3 du département Un maximum de 687mm en 24h à Anduze	Ponctuellement plus de 300mm en Ardèche 200mm en 48h pour le Lèze	230mm à Nîmes les 6 et 8 Septembre 250mm à Montpellier			334mm en 12h à Sainte Anastasie 300mm en 12h à Uzès Près de 250mm à Nîmes	Près de 200mm dans le secteur d'Alès	Cumuls de pluie très importants sur la partie Ouest des Gardons 300 à 500mm sur la zone la plus touchée 150 à 300mm sur une zone plus élargie	
Réaction des cours d'eau	Plus de 500mm sur le bassin des gardons Tous les cours d'eau ont débordés Réapparition de ésurgences karstiques oubliées								
Type de crue		Crue décennale pour le Vidourle	Crue vicennale pour le Lèze à Montpellier						
Dégâts	23 personnes décédées dont 22 dans le Gard 838M€ de dégâts Rupture de digue à Aramon : évacuations par l'armée et la sécurité civile : 5 décès sur la commune					130M€ de dégâts			
Agriculture et élevage	Procédure catastrophe naturelle et calamité agricole								
Impact environnemental	Dispersion de populations nuisibles (notamment des algues) Dispersion de polluants le long des cours d'eau par effet de chasse d'eau								
Navigation et tourisme	Nombreux campings inondés Trafic routier très fortement perturbé								
Echelon départemental	Versement d'aides diverses dans les domaines de l'industrie, du commerce, de l'artisanat ainsi qu'aux collectivités locales et aux particuliers Pour un total de l'ordre de 400M€	Mise en place de la Cellule Interministérielle de Reconstruction Reconstruction de la digue d'Aramon PAPI Gardon PAPI Vidourle		PAPI Nîmes 124M€ jusqu'en 2014 Directive inondation (niveau européen)	PAPI Gard Rhodanien		Stratégie Nationale de Gestion des Risques Inondation	PAPI II Nîmes 103M€ jusqu'en 2021	PAPI III Nîmes 113M€ jusqu'en 2028
Séquences	Evènement de référence	Retour d'expérience et mise en place de procédures							

Légende

511 mm Précipitations annuelles cumulées observées (Nîmes)	Ecart du cumul des précipitations par rapport à la normale (mm, saison météorologique, Nîmes)	
	Cumul > +60%	Liens dynamiques
	Cumul > +10%	Causalité
	Cumul proche de la normale	Adaptation
	Cumul < -25%	
	Cumul < -75 mm	

En cours de construction

 Pour la création de jeux sérieux

 En appui des services de gestion de crise

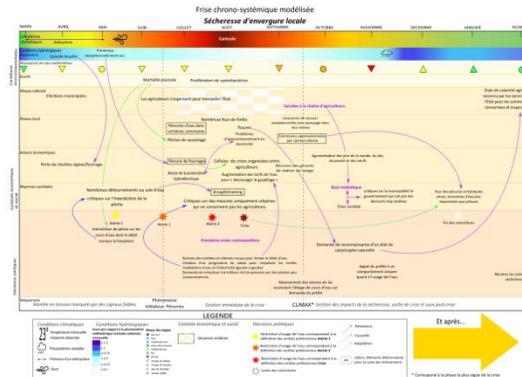




Pour la création de jeux sérieux

Élément central du scénario

CAUSES ET CONSEQUENCES		
Causes	Manque de précipitations, fortes chaleurs	
Conséquences	Humaines	Nombreux morts dans les incendies
	Matérielles	Très nombreux incendies
	Economiques	147 millions d'arbres morts 2015 : 1,8 milliards de dollars de perte sèche pour l'agriculture Prix des fruits et légumes en hausse
	Environnementales	
	Sociales	« droughtshaming »
Facteurs aggravants	Très grosse consommation pour le tourisme et l'économie (golf p.e) Nombreux détournements ou vols d'eau Cultures d'amande, très friandes en eau (4L pour une amande) Reventes de « droits à l'eau » entre Etats	
Facteurs atténuants	Los Angeles, des balles pare-soleil en plastique ont permis d'économiser 1,7 millions de m ³ entre août 2015 et mars. MAIS construction de ces balles a coûté 2,9 millions de m ³ d'eau Dessalement de l'eau à San Diego	



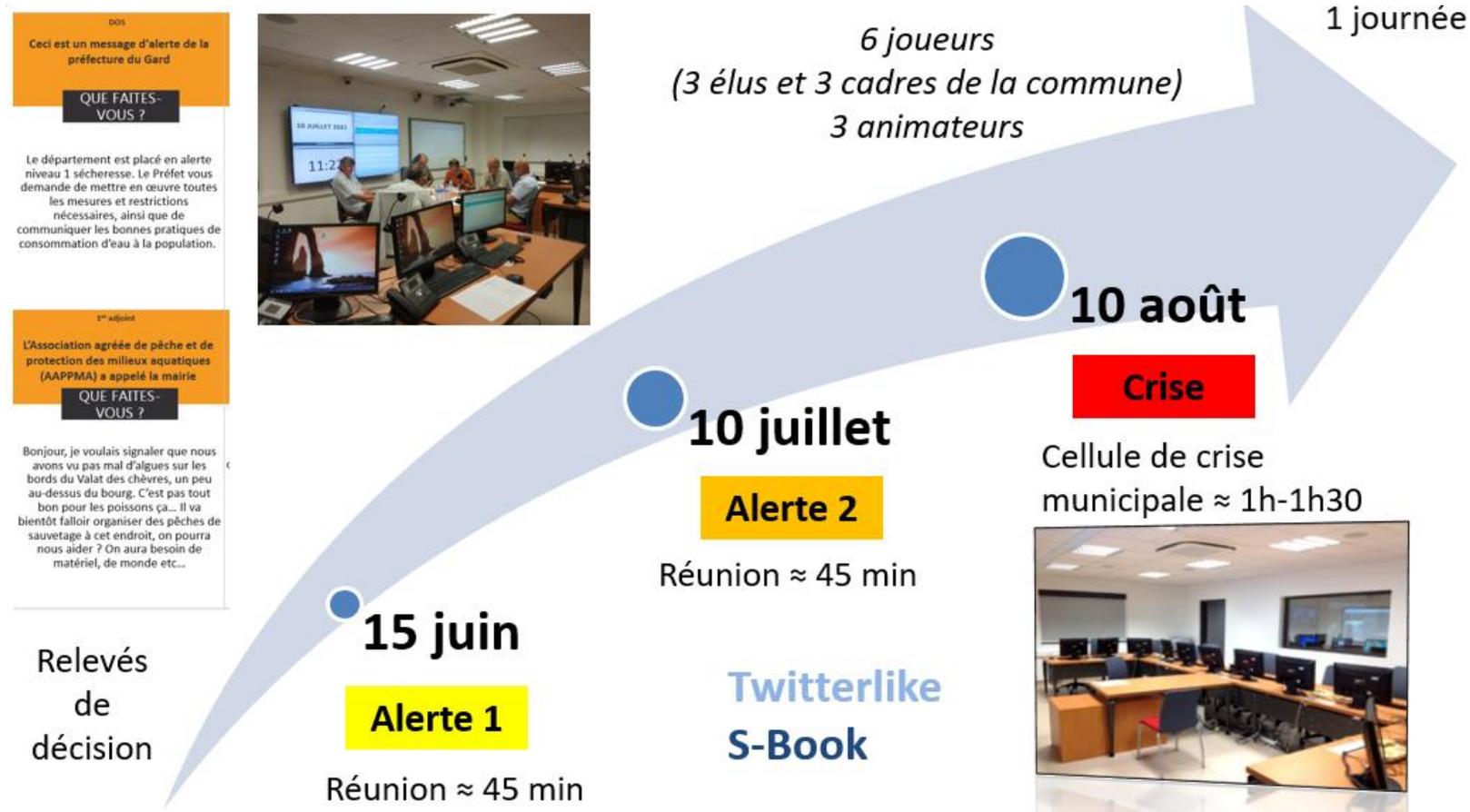
Réalisme – Cinétique lente – Peu ou pas d'urgences à traiter





Pour la création de jeux sérieux

<https://www.youtube.com/watch?v=FS5Y21K9jp0>





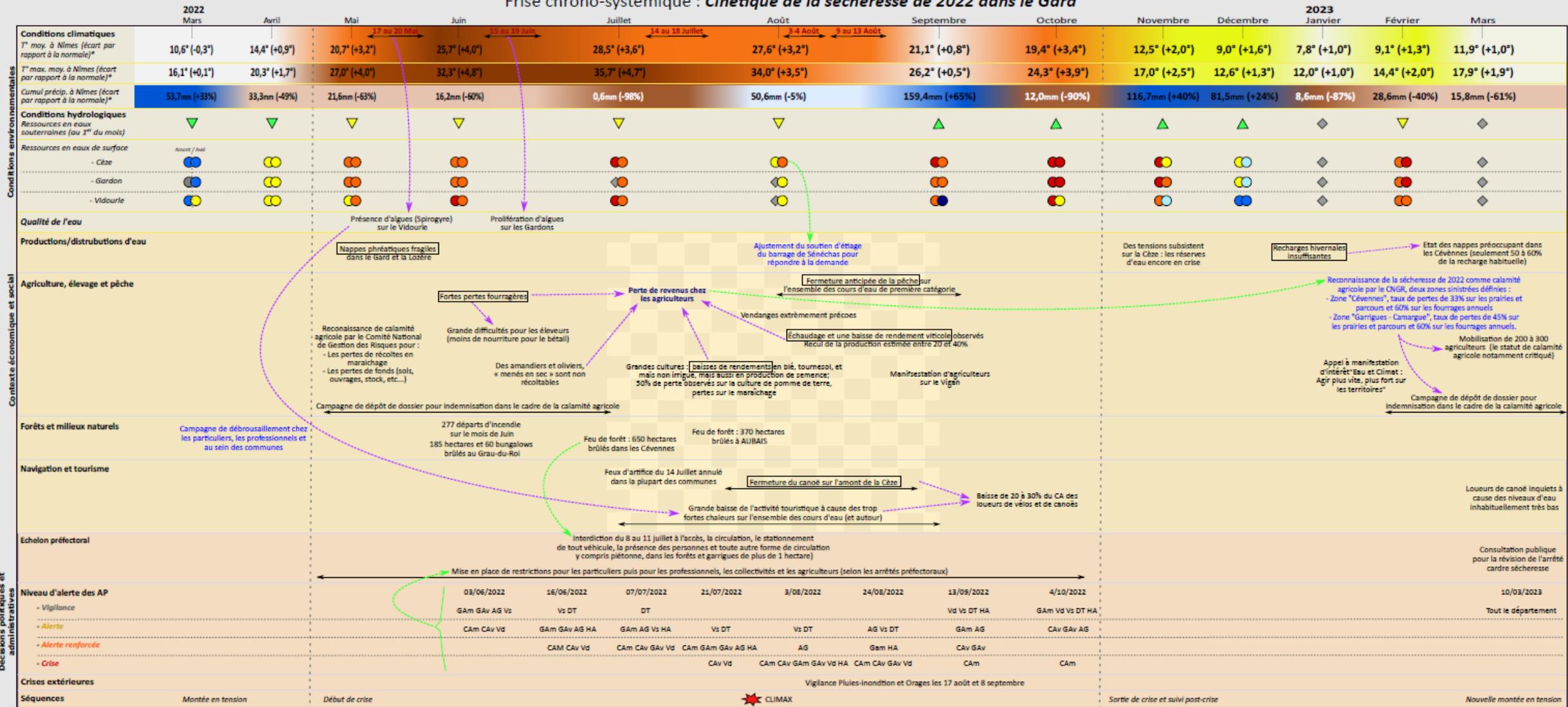
En appui des services de gestion de crise

Pour un suivi des phénomènes et une anticipation des conséquences

Un exemple à partir de la frise chrono-systémique de la sécheresse de 2022 dans le Gard (Valentin Cheval et Matthieu Boivert)



Frise chrono-systémique : Cinétique de la sécheresse de 2022 dans le Gard



Conditions climatiques

17° Température mensuelle moyenne observée (Nîmes)
Ecart par rapport à la temp. normale (°C, saison météorologique, Nîmes)
*Ecart à la normale calculés avec des valeurs prises entre 1981 et 2010

> +4 degrés
> +3 degrés
> +1 degrés
Temp. proche de la normale
*Item for les Températures Maximales Moyennes

Conditions hydrologiques

150 Précipitations mensuelles cumulées observées (Nîmes)
Ecart du cumul des précipitations par rapport à la normale (mm, Nîmes)
*Ecart à la normale calculés avec des valeurs prises entre 1981 et 2010

Cumul > -85%
Cumul > -45%
Cumul > -15%
Cumul proche de la normale
Cumul > 0

Contexte économique et social

Niveau des nappes (eaux souterraines)

Haut
Autour de la moyenne
Bas
Très bas
Aucune valeur
Niveau en baisse
Niveau en hausse
Pas de données

Hydraulicité (eaux de surface)
(Moy. d'un mois donné par rapport à un mois (saison) normale)

Rapport < 20%
20% < Rapport < 40%
40% < Rapport < 80%
80% < Rapport < 120%
120% < Rapport < 200%
Rapport > 200%
Aucune valeur

abc : Objet et période relatifs à la décision politique et/ou administrative
abc : Jalons, éléments déterminants pour la suite des événements
17 au 20 Mai : Vague de chaleur
CLIMAX : Vacances scolaires

Liens dynamiques → Causalité
Adaptation ↗

Réponses sociales suite à des événements ou des situations problématiques

Décisions politiques et administratives

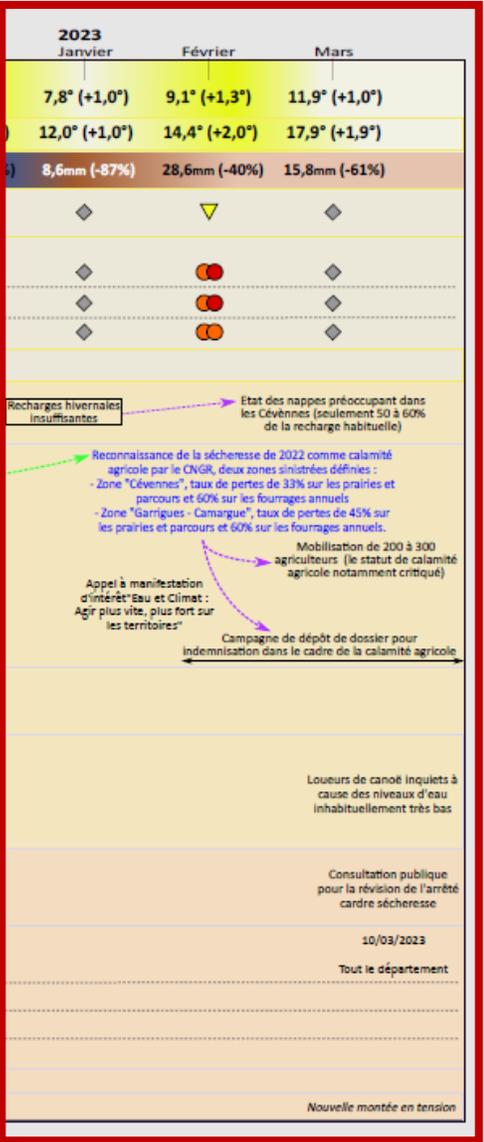
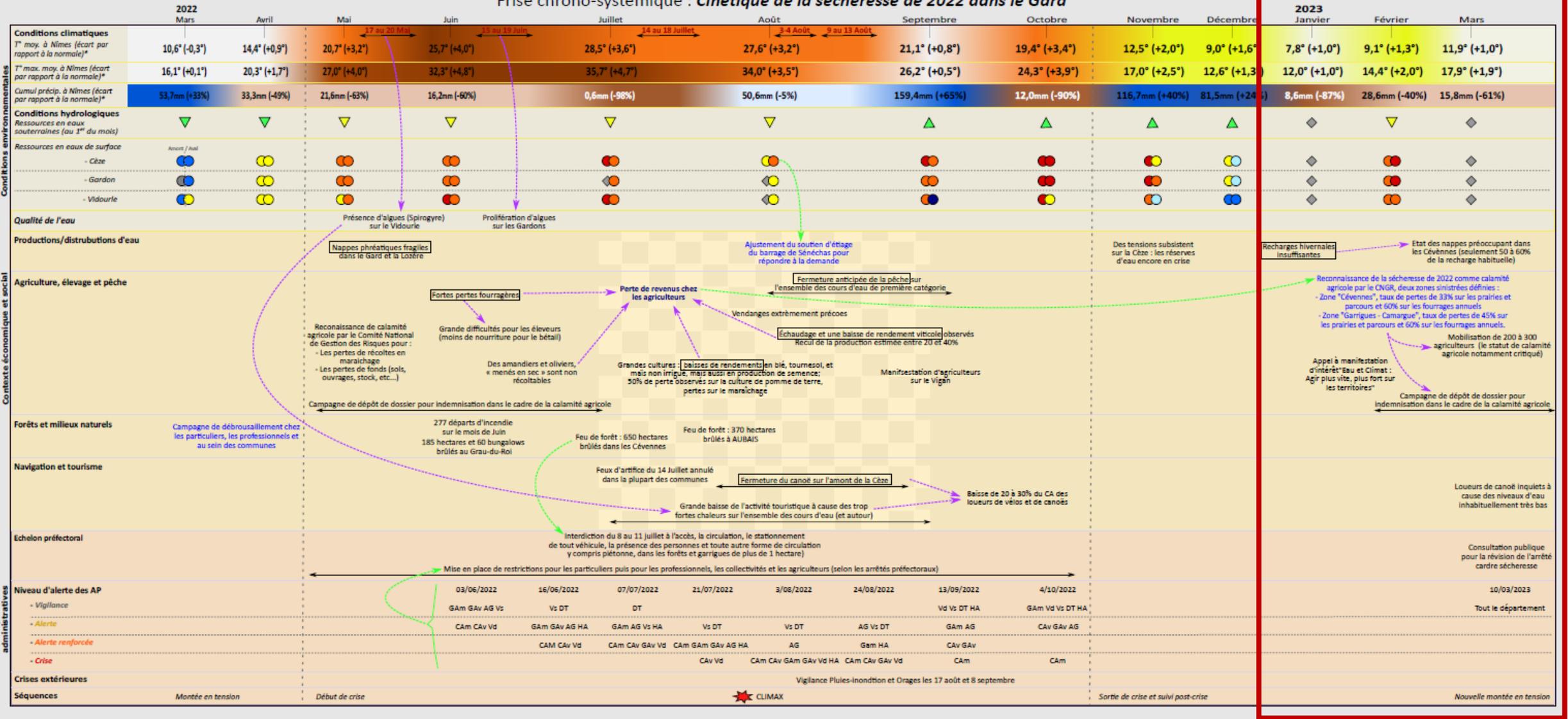
AP = Arrêté Préfectoral

CAm = Cèze Amont
 CAv = Cèze Aval
 GAm = Gardon Amont
 GAv = Gardon Aval
 Vd = Vidourle
 AG = Arèche Gardoise
 Vv = Vistrenque-Castellèze et Vistre
 DT = Dourbie et Tézoul
 HA = Hérault Amont

Et après...

La tendance du début de l'année 2023 laisse à penser que le Gard va subir une sécheresse encore plus importante qu'en 2022 : Le 7 Avril 2023 la Cèze passe au niveau "Alerte" et le reste des cours d'eau reste au niveau "Vigilance". Le phénomène pourrait donc probablement se répéter en 2023, mais avec 2 mois d'avance.

Frise chrono-systémique : Cinétique de la sécheresse de 2022 dans le Gard



Conditions climatiques

17° Température mensuelle moyenne observée (Nîmes)
Ecart par rapport à la temp. normale (°C, saison météorologique, Nîmes)
*Ecart à la normale calculés avec des valeurs prises entre 1981 et 2010

- > +4 degrés
- > +3 degrés
- > +1 degrés
- Temp. proche de la normale
- Idem pour les Températures Maximales Moyennes

Conditions hydrologiques

150 Précipitations mensuelles cumulées observées (Nîmes)
Ecart du cumul des précipitations par rapport à la normale (mm, Nîmes)
*Ecart à la normale calculés avec des valeurs prises entre 1981 et 2010

- Cumul > -85%
- Cumul > -45%
- Cumul > -15%
- Cumul proche de la normale
- Cumul > 0

Contexte économique et social

Niveau des nappes (eaux souterraines)

- Haut
- Autour de la moyenne
- Bas
- Très bas
- Aucune valeur
- Niveau en baisse
- Niveau en hausse
- Pas de données

Hydraulicité (eaux de surface)
(Moy. d'un mois donné par rapport à un mois (saison) normale)

- Rapport < 20%
- 20% < Rapport < 40%
- 40% < Rapport < 80%
- 80% < Rapport < 120%
- 120% < Rapport < 200%
- Rapport > 200%
- Aucune valeur

abc : Object et période relatifs à la décision politique et/ou administrative

◆ : Jalons, éléments déterminants pour la suite des événements

17 au 20 Mai : Vague de chaleur

Liens dynamiques

Causalité

Adaptation

Réponses sociales suite à des événements ou des situations problématiques

Vacances scolaires

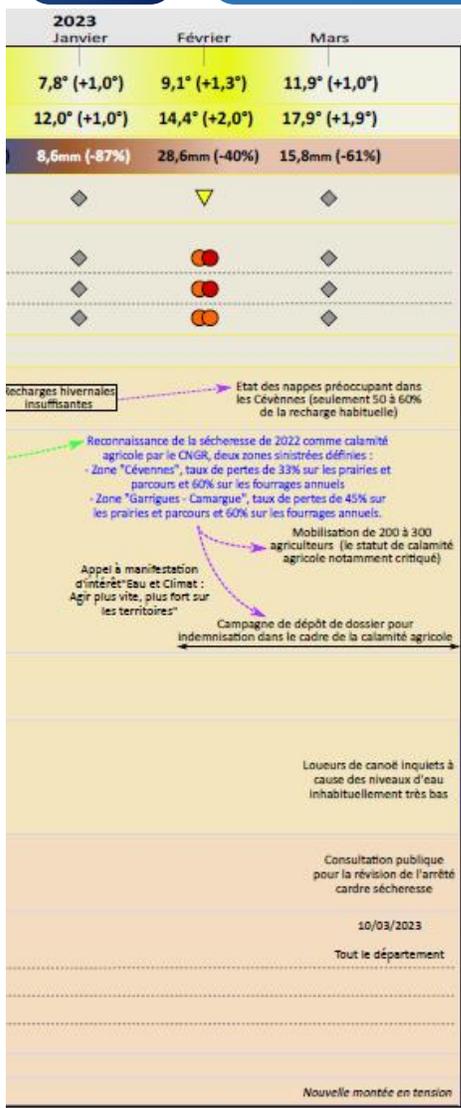
Décisions politiques et administratives

AP = Arrêté Préfectoral

- CAM = Cèze Amont
- CAv = Cèze Aval
- GAM = Gardon Amont
- GAv = Gardon Aval
- VD = Vidourle
- AG = Arèche Gardoise
- VS = Vistrenque-Castellèze et Vistre
- DT = Dourbie et Tézoul
- HA = Hérault Amont

Et après...

La tendance du début de l'année 2023 laisse à penser que le Gard va subir une sécheresse encore plus importante qu'en 2022 : Le 7 Avril 2023 la Cèze passe au niveau "Alerte" et le reste des cours d'eau reste au niveau "Vigilance". Le phénomène pourrait donc probablement se répéter en 2023, mais avec 2 mois d'avance.



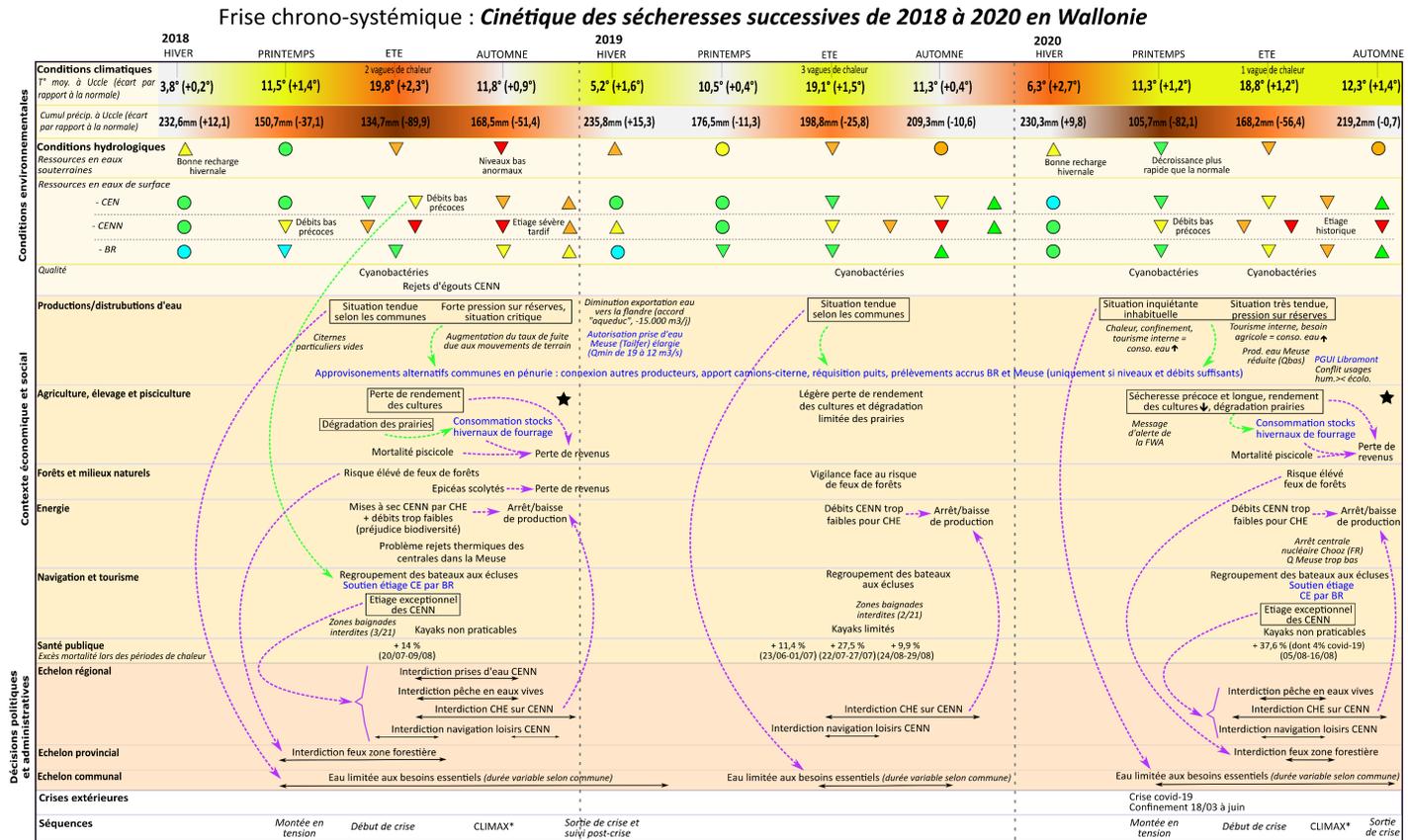
👉 En appui des services de gestion de crise

- Une situation début 2023 que l'on peut comparer à début 2022
- Des conséquences qu'il est possible de transposer et donc d'anticiper
- Une aide à la décision (et à l'action) pour le ou les gestionnaires

👉 Une situation qui s'annonce difficile en 2023.



- La complexité, la lisibilité et la communication



- La complexité, la lisibilité et la communication
- La validation



Qui pour valider ? Comment le faire ?



- La complexité, la lisibilité et la communication
- La validation
- La répétabilité



Comment s'assurer de la cohérence entre des frises réalisées par différents auteurs ?



- Travailler sur l'opérationnalisation

👉 **Appropriation par les acteurs de la gestion des risques (outil REX et préventif)**

- Multiplier les cas d'études

👉 **Consolider l'outil et sa répétabilité**

- Améliorer la visibilité et développer une version vulgarisée

👉 **Communication vers le grand public et outil pédagogique**

- Développer la co-construction

👉 **Outil d'intégration des disciplines et de concertation territoriale**



- ➔ Un outil performant pour représenter des systèmes complexes
- ➔ Un outil dynamique et interdisciplinaire
- ➔ Un outil adapté (ou à adapter) à de très nombreuses dynamiques
- ➔ Un outil avec de nombreuses applications en opérationnel



Ayral, P.-A., Dubus, N., Hassini, S., Martin, P., Sauvagnargues, S., Tena-Chollet, F., 2021. Retours sur les simulations de gestion crise « sécheresse » menées dans le cadre du projet HydroPop. Journée Eau & Connaissance, Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, Lyon.

Ayral, P.-A., Hassini, S., Sauvagnargues, S., Tena-Chollet, F., Didon-Lescout, J.-F., Dubus, N., Martin, P., 2019. Appréhender la gestion de crise d'un risque émergent au travers d'une simulation Application à la sécheresse dans les Cévennes, in: Colloque de l'AFGP. Arlon, Belgique.

Bergeret, A., George-Marcelpoil, E., Delannoy, J.-J., Piazza-Morel, D. (2015). L'outil-frise : une expérimentation interdisciplinaire. Comment représenter des processus de changements en territoires de montagne ? Les Carnets du Labex ITEM.

Hassini, S., 2019. Serious game et gestion de crise : vers une nouvelle pédagogie pour anticiper le risque émergent (Mémoire de fin d'étude). Sciences Po Toulouse.

Thibaut, K. & Ozer, P. (2021). Les sécheresses en Wallonie, un nouveau défi du changement climatique? Quelques pistes pour améliorer la gestion de ce phénomène. *Geo-Eco-Trop: Revue Internationale de Géologie, de Géographie et d'Écologie Tropicales*, 45(3), 517-527.

Thibaut, K., Ayral, P.-A. & Ozer, P. (working in progress). Development of the chrono-systemic timeline as a tool for transversal analysis of droughts. Application in Wallonia (Belgium).



1^{er} séminaire en ligne de l'AFGP

La frise chrono-systémique, un outil à la croisée des disciplines. Cas d'applications aux extrêmes hydrologiques



Kevin Thibaut

Bio.I.F. Chercheur doctorant, Uliège

le 27/04/2023

Pierre-Alain Ayrat

Ingénieur de recherche, UMR 7300
ESPACE, CNRS

