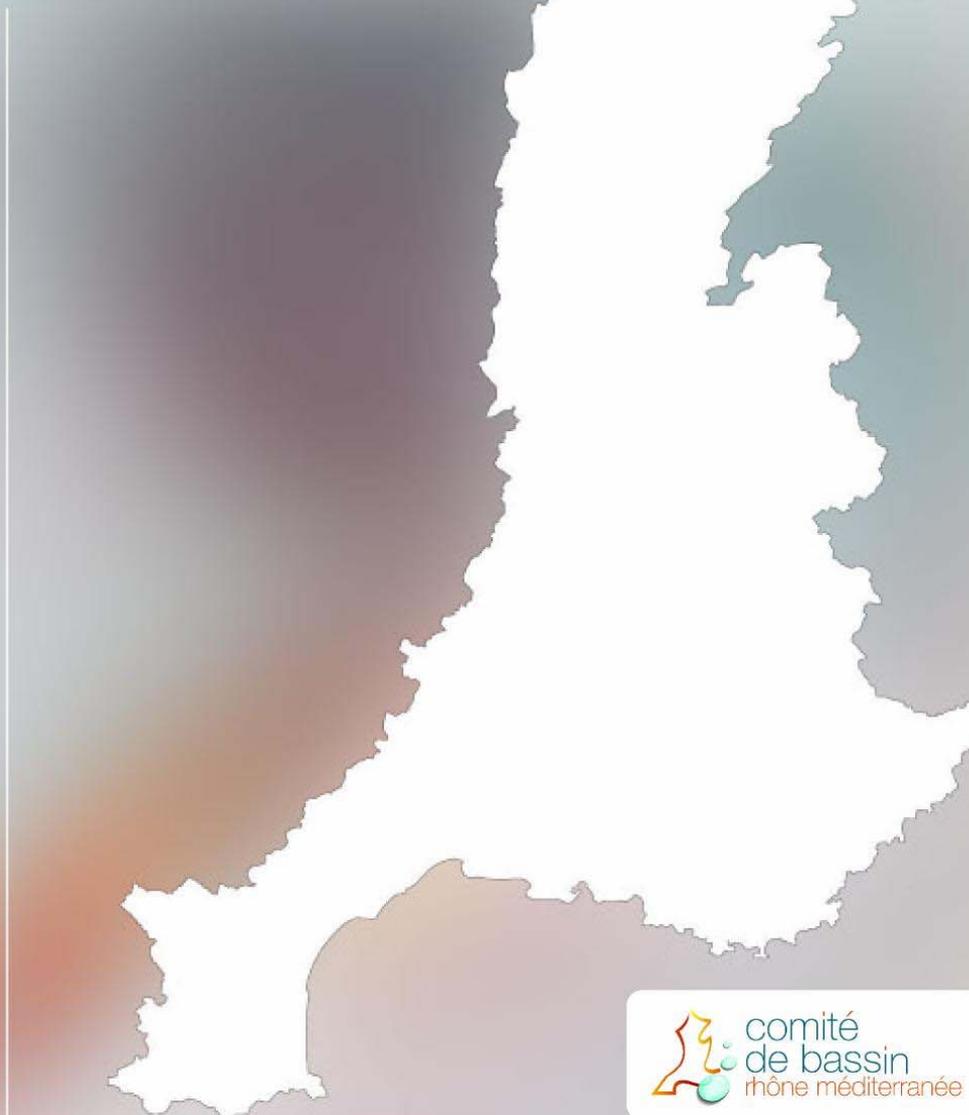


CONSEIL
SCIENTIFIQUE
DU COMITÉ
DE BASSIN
RHÔNE
MÉDITERRANÉE



**DEMANDE D'ELECTRICITE DE FRANCE RELATIVE AU RELEVEMENT
DE LA TEMPERATURE EN AVAL DU REJET DU CNPE DE TRICASTIN**

Complément à l'Avis du Conseil scientifique du 25 juin 2007

SEPTEMBRE 2007

Demande d'Electricité de France relative au relèvement de la température en
aval du rejet du CNPE de Tricastin

Complément à l'avis du Conseil scientifique du 25 juin 2007

Eléments de contexte

Le Conseil scientifique du Comité de bassin a été saisi par le président du Comité de bassin, en réponse à la demande en ce sens du Préfet coordonnateur du 15 février 2007, pour fournir un avis sur l'évaluation des conséquences des rejets thermiques du CNPE de Tricastin, dans le cadre de la demande de renouvellement d'autorisation de prise d'eau (DARPE). Sur la base de documents mis à disposition en avril 2007, un premier avis a été établi pour l'examiner en séance plénière du Conseil scientifique, le 25 juin 2007.

Lors de sa séance du 31 mai 2007, le bureau du Comité de bassin a décidé de reporter la remise de l'avis du Conseil scientifique à la fin septembre 2007, afin de pouvoir compléter cet avis sur la base de considérations complémentaires relatives à la demande d'Electricité de France, non explicitées dans les documents initialement examinés par le Conseil scientifique.

A cet effet, Electricité de France a proposé de présenter oralement devant le Conseil scientifique du Comité de bassin ces compléments d'informations et de répondre aux questions de celui-ci pour ainsi permettre au Conseil de compléter son avis initial, lequel avait été validé en séance plénière le 25 juin 2007.

L'audition du groupe d'experts d'EdF, conduite par Monsieur TOURASSE et composée de Madame BOURBONNAIS et de Messieurs GOSSE, POIREL et RIBOULET, s'est déroulée le 19 juillet au matin. Elle s'est articulée autour de cinq thèmes et une conclusion. Les cinq thèmes abordés étaient: le DARPE de Tricastin dans le contexte règlementaire, l'analyse thermique dans le secteur de Tricastin, l'analyse thermique à l'échelle du Rhône, la thermie et l'hydrobiologie et, enfin, les nouvelles études thermiques (voir la présentation faite en annexe).

Le groupe de travail du Conseil scientifique s'est ensuite réuni l'après-midi du même jour pour établir un projet de complément d'avis. La DIREN de bassin a participé à ces deux réunions.

Ce projet de note complémentaire a ensuite fait l'objet d'une validation par l'ensemble du Conseil scientifique au cours de l'été 2007.

Le présent avis constitue un complément de l'avis initial dont la référence est rappelée : "Avis sur la demande d'Electricité de France de relèvement de la température en aval du rejet du CNPE de Tricastin- Conseil scientifique du Comité de bassin Rhône-Méditerranée, 22 pages, juin 2007".

Il va de soi que la lecture successive de ces deux avis est indispensable à la bonne appréhension de la position du Conseil. Elles sont bien évidemment cohérentes et articulées. Leur maintien en deux notes distinctes est nécessaire à la bonne compréhension des liens entre informations données (en deux étapes distinctes) et réactions du Conseil scientifique.

Appréciations complémentaires du Conseil scientifique

Le Conseil estime indispensable de cadrer les interventions sur le Rhône par des démarches et des études globales du fleuve. L'intérêt d'associer la communauté scientifique, mais aussi tous les acteurs majeurs du fleuve est indiscutable:

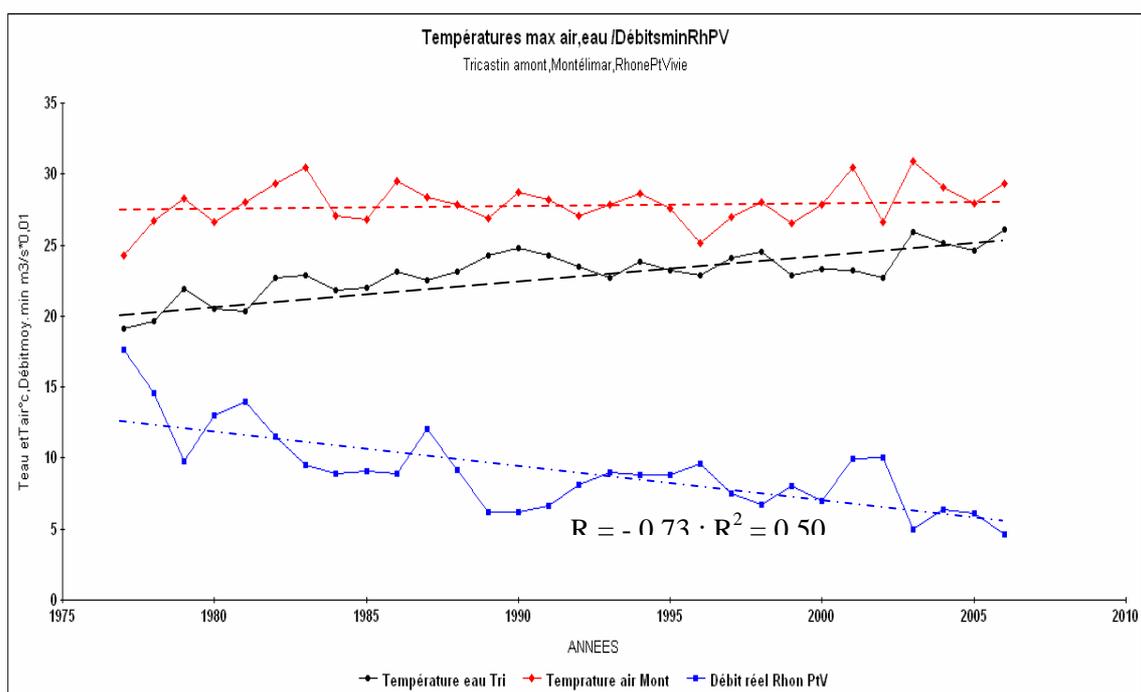
- la question des températures du fleuve suppose en particulier que l'ensemble des scientifiques et techniciens en lien avec les acteurs du fleuve, non seulement d'EdF mais aussi de la Compagnie Nationale du Rhône (CNR) d'une part et de nos voisins Suisses d'autre part, puisse être associé à la définition des modalités de gestion ;
- Les études "globales" visant à une compréhension du fleuve doivent être poursuivies. A ce titre, les propositions d'EdF sont intéressantes. On pourrait y ajouter l'intérêt potentiel à tenter de rassembler et interpréter les éléments connus du fonctionnement de l'année exceptionnelle (sèche) 1921.

Le partenariat avec la Suisse est déjà en place et des débats techniques sont déjà engagés, certes depuis peu, aussi bien dans le cadre des Commissions internationales, que ce soit celle pour la Protection du Léman contre la Pollution (CIPEL), ou celle du Doubs franco-suisse.

a) Influence des débits faibles (débits du canal usinier)

Le Conseil n'a pas été convaincu par les conclusions d'EdF tendant à montrer une très faible corrélation entre les températures de l'eau du fleuve et les débits estivaux. En effet, il est considéré que :

- les faibles débits observés ces dernières années, y compris et surtout durant le mois d'août, doivent être considérés avec attention et semblent déterminants (voir figure 10 de l'avis initial) ;
- les corrélations doivent être établies, non pas avec les seules températures instantanées relevées lors des mesures de débits – avec lesquelles le coefficient de corrélation R^2 n'est que de 0,15, mais aussi avec les températures maximales journalières de l'air et de l'eau – avec lesquelles le coefficient de corrélation R^2 est égal à 0,50.



Le Conseil confirme son analyse initiale selon laquelle, en période estivale, c'est bien la faiblesse des débits qui peut contrôler en premier lieu la température de l'eau ; la température de l'air ne venant parfois qu'en second ordre. Le problème est particulièrement marqué durant les samedis et dimanches en raison de la gestion particulière des débits du fleuve en fins de semaine. Mais cette réalité de l'influence des débits sur les températures dépasse souvent ce seul phénomène des fins de semaine.

Au total, la gestion des débits du fleuve (stockage de l'eau dans les retenues en France et en Suisse en fins de semaine; les lâchers d'eau à partir du lac Léman) conditionne, au moins en partie, la température des eaux du fleuve Rhône.

b) Aspects liés à la santé humaine

Les effets d'une température plus élevée pendant deux jours sont probables sur les micro-organismes. Ceux-ci ont des temps de réponse faibles et, donc, leurs populations montrent des évolutions rapides. Le réchauffement lié aux rejets contribue ainsi significativement à l'augmentation des risques sanitaires (qui croît aussi au titre du réchauffement climatique).

c) Aspects hydrobiologiques

Par ailleurs, les variations des niveaux d'eau induits par cette gestion hebdomadaire exondent régulièrement et trop fréquemment les marges du lit du fleuve qui sont ainsi partiellement "dépeuplées". Le système Rhône s'ajuste de fait aux conditions des plus bas débits lorsque ces variations sont trop fréquentes¹. La perte de quantité (et peut être de diversité) de faune est certainement nette en valeur absolue.

Ces effets renvoient donc à la nécessité d'une gestion coordonnée des débits pour assurer des conditions environnementales, et notamment thermiques, moins défavorables au bon fonctionnement des communautés aquatiques. Pour cela, il faut envisager d'inclure les mesures d'intérêt général *ad hoc* dans le cahier des charges des exploitants dont l'activité contrôle les débits du fleuve.

d) Problèmes posés par le désencadrement des dérogations, tant en durée qu'en saison.

Au-delà du problème de l'atteinte - durant une période potentiellement chaude qui pourrait à présent atteindre ou dépasser le semestre - de températures de l'eau égales, voire supérieures, à 28° C, le Conseil s'est également interrogé sur l'incidence des variations de température les plus marquées, qui peuvent être rencontrées durant l'automne : des pics de + 4 à +6°C peuvent par exemple faire passer, au-delà du 15 septembre, la température de l'eau de 15 à plus de 20°C. Cette situation est considérée comme *a priori* non anodine pour la vie aquatique, qui a besoin bien avant l'hiver de se "préparer" à temps aux conditions hivernales.

¹ A ne pas confondre avec la variabilité souhaitable et bénéfique (équilibre, diversité, ...) induite par les effets saisonniers et par les irrégularités de réalisation en temps réel des régimes et climats, lesquels opèrent sur des bases de temps beaucoup plus longues (en moyenne) que l'hebdomadaire, donc avec des variations de niveau de l'eau plus lentes.

Il semble donc qu'un encadrement saisonnier des variations de température soit souhaitable en fin d'été : une variation de 6°C, et/ou un maximum autorisé de 28 °C, ne devraient plus être acceptables après les environs du 15 septembre même si, de fait, ils sont statistiquement encore peu fréquents dans les conditions actuelles de régime hydrologique du fleuve (mais on sait que les bas débits du canal usinier pourraient devenir plus fréquents dans un avenir proche).

e) Rappel des conditions de gouvernance

Les compléments d'information obtenus confirment une fois de plus qu'une bonne gouvernance de la gestion du fleuve Rhône est un enjeu capital. Elle suppose notamment un travail en étroite collaboration entre les autorités en charge de l'énergie et celles en charge de l'environnement, au niveau national et au niveau européen. Une structure de gouvernance forte, au-delà de la mise en cohérence interne (gestion du fleuve), qui clarifierait notamment les niveaux de légitimité en terme de prises de décisions *ad hoc* entre l'europpéen, le national, le bassin (district hydrographique) et le régional ..., permettrait d'espérer mieux peser sur la mise en cohérence des politiques publiques impactant directement le fleuve et menées aux échelles nationales et européennes.

Conclusion de l'avis complémentaire

Le Conseil scientifique souligne la qualité et l'intérêt des éléments complémentaires apportés par les experts d'EDF et signale l'effort de présentation réalisé.

Remarque : de manière générale, la méthode consistant à auditionner des experts associés aux projets sur lesquels un avis du conseil est demandé pourrait être reconduite dans certains cas favorables et lorsque c'est nécessaire. Dans un tel contexte, la démarche suivie pour élaborer le présent avis, consistant pour le Conseil à examiner les documents qui lui sont soumis pour produire un premier avis, puis dans un second temps d'éclairer son jugement via l'apport d'informations complémentaires par les porteurs de projet – apports qui peuvent donner lieu ou non à un avis complémentaire selon les cas- est considérée comme pouvant être pertinente.

S'agissant de la DARPE , le Conseil confirme et précise que :

- la modification du mode de calcul de la température, consistant à prendre en compte la température moyenne journalière à la place de la valeur instantanée, est acceptable ;
- l'effort de réduction de l'échauffement, corrélativement à la demande de relèvement de la température maximale autorisée, est apprécié ;
- la demande de relèvement de la température maximale de 25 à 28 °C en situation "normale" n'est toutefois pas recevable en l'état, et ce malgré la réduction des échauffements, pour quelques uns des motifs de l'avis initial, ici complétés, dont le motif des bas débits (*voir ci après la proposition de ré-encadrement saisonnier*) ;

- La gestion des situations dites exceptionnelles (29°C, + 3°C) a priori également problématique à cause de son absence d'encadrement en durée et en saison, semble toutefois acceptable (au bénéfice du doute), dans la mesure où elle semble gérée et contrôlée au jour le jour, et ce au vu des quelques retours d'expériences réalisées à ce jour ;
- Les faibles débits estivaux sont un des facteurs majeurs des températures élevées des eaux du fleuve, plus ou moins à parité avec la température de l'air.

Pour compléter son avis initial, le Conseil estime que :

- les augmentations de température de l'ordre de + 6°C ne devraient pas être autorisées en fin d'été (à partir des environs du 15 septembre), surtout avec un nouveau maximum à 28°C, même si l'occurrence actuelle de cet événement est jugée faible (mais elle pourrait augmenter en raison du changement climatique) ;

- un tel encadrement saisonnier de "fin d'été" pourrait également rester utile pour un nouveau maximum à 28°C ;

- les études sur la connaissance du fonctionnement du fleuve sont à poursuivre, reprenant ainsi les pistes ouvertes dans l'avis initial, dans le plan Rhône et dans les propositions d'EdF, mais en les élargissant au fonctionnement des organismes pathogènes (dont *Cryptosporidium* ...) et à tous les milieux aquatiques liés au fleuve, y compris les captages, susceptibles de voir leur température évoluer². On peut y ajouter une exploitation des connaissances récupérables sur l'année 1921 et, le cas échéant, un approfondissement de la connaissance des facteurs explicatifs de la température du fleuve, au-delà des corrélations statistiques.

- la résolution du problème passe par l'adoption d'une gouvernance adaptée associant les principaux acteurs en charge de la gestion des débits : EdF, CNR, les producteurs d'électricité suisses, mais aussi les acteurs et services concernés par la navigation, l'irrigation, les autres prélèvements, etc... pour faire en sorte que chacun identifie les modalités de gestion qui lui incombent pour respecter l'environnement. Le Conseil suggère de rechercher d'abord les possibilités de consensus à un niveau technique avant d'aborder les négociations plus politiques ;

- l'étude plus détaillée des conséquences énergétiques et économiques des demandes en énergie doit tenir compte du fait que : la diminution de la demande d'Eurodif se fera en biseau sur la période 2010-2016, qu'il faudra tenir compte aussi des prévisions d'augmentation de la demande de la région PACA et aussi de Languedoc-Roussillon, et que le report de la satisfaction de cette demande conduit à recourir aux centrales thermiques productrices de gaz à effets de serre ... dont les conséquences thermiques pourraient être équivalentes ;

- par conséquent, la coordination des autorités en charge respectivement de l'énergie et de l'environnement est indispensable pour produire une électricité compatible avec les engagements internationaux, parmi eux la réduction des émissions de gaz à effet de serre et ceux liés à la directive-cadre sur l'eau ;

² Surtout si les dérogations se multiplient et perdurent et si le maximum autorisé "normal" restait à 28°C toute l'année.

- dans ce contexte, on n'échappera pas, pour trancher sur les échauffements acceptables dans le Rhône, à exploiter les réflexions et les actions concrètes menées (et à mener) en matière d'économies d'énergie ;

- en attendant, il est préconisé de mettre en place les conditions, notamment l'acquisition de données, pour établir un retour d'expérience sur la base duquel les acteurs pourront adapter leurs modalités de gestion et à partir duquel le Conseil scientifique pourra à nouveau être saisi par les instances de bassin.

A ce dernier titre, le Conseil se félicite des perspectives de poursuite des études liées à la thermique du fleuve (effets des débits inclus), à l'échelle globale et non à la seule échelle des sites. Il pense que ces travaux devraient trouver un appui et une validation dans un cadre plus large que celui d'EdF seul : les partenaires déjà cités, le plan Rhône, voire un cadre national ne serait-ce qu'à cause de l'intérêt des comparaisons inter-fluviales, et ce même si chaque fleuve a sa problématique particulière.



Conseil Scientifique du Comité de Bassin Rhône Méditerranée

Lyon - 19 Juillet 2007

Relèvement de la température en aval du rejet du CNPE de Tricastin



Plan de la Présentation

- 1. Le DARPE Tricastin dans le contexte réglementaire**
- 2. Analyse Thermique dans le secteur de Tricastin**
- 3. Analyse Thermique à l'échelle du Rhône**
- 4. Thermie et Hydrobiologie**
- 5. Nouvelles études thermiques**
- 6. Conclusions**



Partie 1

LE DARPE TRICASTIN DANS LE CONTEXTE REGLEMENTAIRE

DARPE TRICASTIN - La demande de rejets thermiques

↳ Arrêté du 22 avril 1994 (article 3) :

$$T_{\text{aval}} = T_{\text{amont}} + \text{Echauffement} = T_{\text{amont}} + \frac{\text{Puissance} \times \text{Rendement}}{\text{Débit}_{\text{Rhône}} \times \text{Capacité calorifique}_{\text{eau}}}$$

Situations climatiques		Température dans l'effluent avant mélange dans canal Donzère-Mondragon	Température aval calculée après mélange	Echauffement
Situation Normale	du 1 ^{er} juillet au 15 septembre	< 34 °C	< 27 °C dans la limite de 480 h/ an	< 7 °C
	le reste de l'année	< 30 °C	< 25 °C	

↳ Arrêté du 11 juin 2004 (article 5) :

Situation Exceptionnelle	-	< 29 °C	< 3 °C
--------------------------	---	---------	--------

↳ La demande du DARPE (en valeurs moyennes journalières)

Situation Normale	Débit _{Canal} ≥ 480 m ³ /s	-	< 28 °C	< 4 °C
	Débit _{Canal} < 480 m ³ /s	-	-	< 6 °C
Situation Exceptionnelle	-	-	< 29 °C	< 3 °C

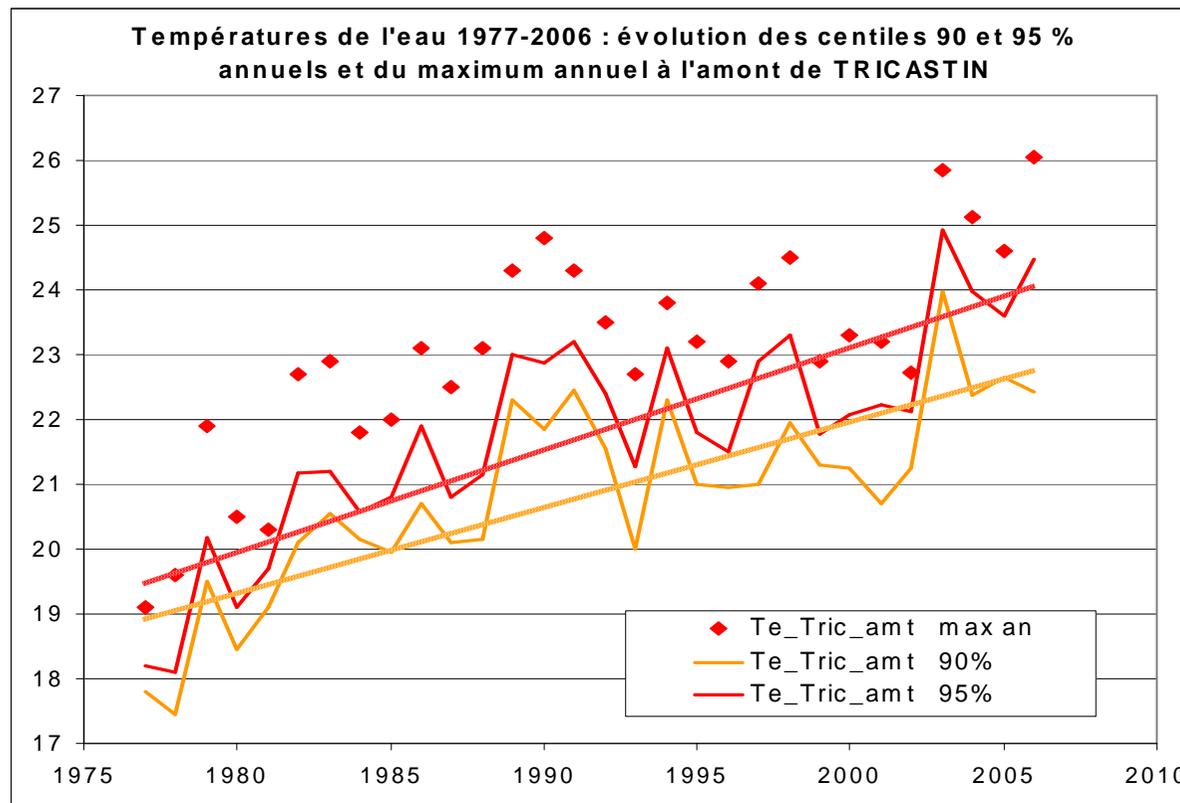


Aspect réglementaire

- **Limite de 28°C en accord avec l'arrêté du 26/11/1999 et les directives européennes sur la qualité des eaux douces cyprinicoles**
 - Cohérence avec les CNPE de Saint-Alban et Cruas, mais également Nogent, Golfech...
- **La limite demandée de 28°C respecte donc bien la réglementation en vigueur**
- **Elle permet de revenir à une fréquence « normale » de situations exceptionnelles: 1 an sur 4 au lieu de 3 ans sur 4 sur la période [2003-2006]**

Évolution des températures naturelles du Rhône depuis le démarrage du CNPE de Tricastin

Étude Globale Rhône :



Les températures dépassées 18 jours dans l'année (quantile 95%) à l'amont du CNPE de Tricastin ont augmenté de 6°C entre 1977 et 2006.

Anticipation des températures estivales d'un mois depuis 1994, crédits horaires insuffisants car utilisés dès le mois de juin

Conséquences des évolutions des températures naturelles du Rhône depuis le démarrage du CNPE de Tricastin

Conséquences directes :

- Baisses de charge pour respect de l'arrêté de rejet : de 200 à 1600 GWh/an sur la période 2003- 2006 (en moyenne 1000 GWh/an depuis 2003)
- Dérogations et/ou entrée en situation climatique exceptionnelle régulières :
 - **De 1994 à 2002** : insuffisance du crédit d'heures 1 seule fois en 1998
 - **2003** : épuisement du crédit d'heures le 18 juillet, dérogation pour rallonger le crédit d'heures de 15 jours, dérogation pour repousser la limite aval à 28°C, arrêté exceptionne l du 12 août
 - **2005** : entrée en situation exceptionnelle 4 jours en juin (application de l'arrêté du 11 juin 2004)
 - **2006** : entrée en situation exceptionnelle à 4 reprises (application de l'arrêté du 11 juin 2004), épuisement du crédit d'heures le 4 août

Conséquences d'une limite à 28°C sur les niveaux de température à l'aval

Analyse sur les chroniques 2003-2006 :

- 90% du temps, la température aval est inférieure à 25,4°C
- Occupation de la plage [27°C-28°C] au maximum 9 jours de plus par an
- Occupation de la plage [25°C-28°C] environ 36 jours par an à comparer aux 20 jours d'occupation de la plage [25°C-27°C] avec les limites historiques.
- Écarts entre la température aval simulée avec une limite de 28°C et la température aval observée avec la limite actuelle :
 - en moyenne 0,6°C sur l'été
- **La température reste inférieure à 25°C du 15 septembre au 15 juin.**



Vision globale

- **Contraintes Réseau importante sur la plaque Sud-Est**

- **Les baisses de production du CNPE de Tricastin sur des critères de température sont compensées par le démarrage d'une centrale thermique à flamme en circuit ouvert :**

- émissions supplémentaires de CO₂, 700 000 tonnes en moyenne sur la période 2002-2006 (plus d'un million de tonnes en 2006)

- échauffements reportés plus à l'aval

- **En 2005 et 2006 par exemple, la centrale d'Aramon en aval sur le Rhône a été appelée pour compenser les pertes de production de Tricastin :**

- l'échauffement du Rhône n'a pas été évité (bilan thermique inchangé)

- des gaz à effet de serre ont été produits

- **Avec les nouvelles limites, le bilan environnemental sera donc plus satisfaisant**

Justification de la demande

➤ Moyennes journalières :

- Permet de s'affranchir des variations infra-journalières de débit et donc d'éviter les variations de charge qui induisent des augmentations de volumes d'effluents radioactifs
- MAIS : ne suffit pas pour soulager le CNPE de ses contraintes thermiques

➤ Avec une limite aval de 27°C en moyenne journalière :

- les situations des étés 2003 à 2006 se reproduiraient à l'identique

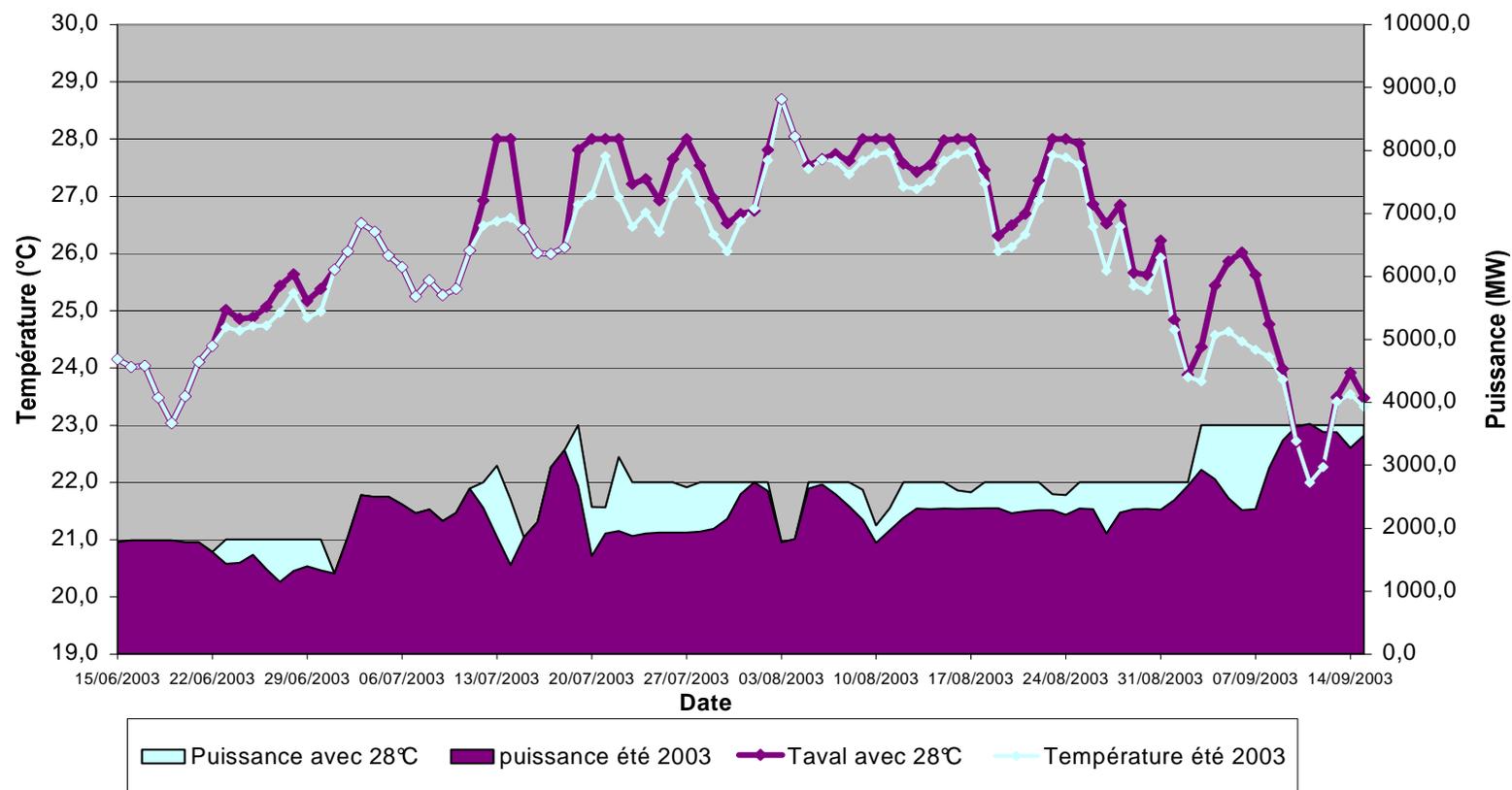
➤ Une limite aval à 28°C permet à l'inverse :

- d'éviter les baisses de charge régulières les mois d'été
- de revenir à une fréquence « normale » de situations exceptionnelles : 1 année sur 4 au lieu de 3 années sur 4 sur la période [2003-2006].
- impact limité, la plage 27-28 °C n'est atteinte que quelques jours par an.

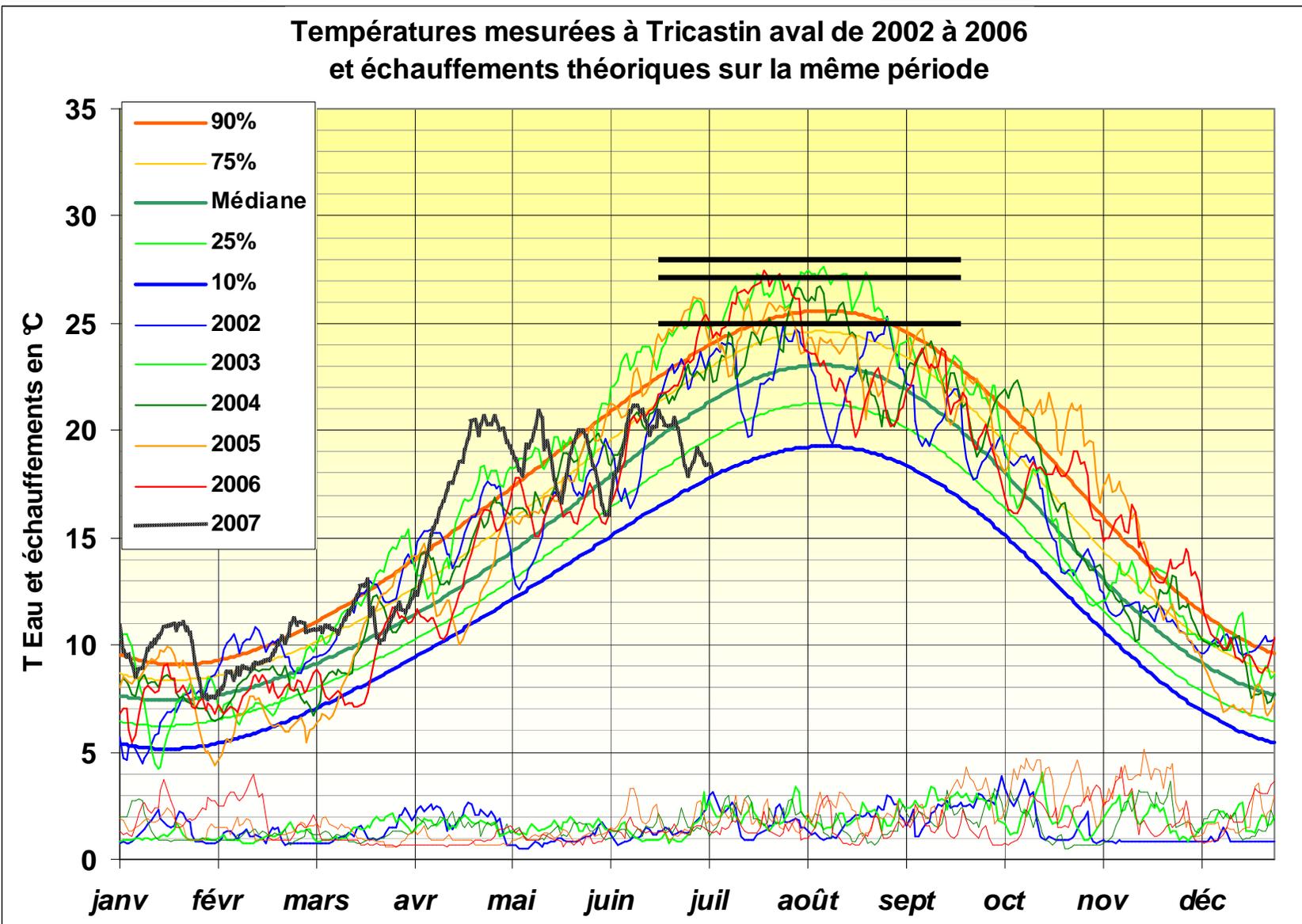
➤ Les échauffements supérieurs à 4°C se rencontrent essentiellement à l'automne sur les périodes de plus faibles débits

courbes comparatives des températures et puissances entre la situation constatée et la situation demandée: Vision 2003

Température atteinte et puissance produite en 2003



Températures Aval et échauffements de 2002 à 2006



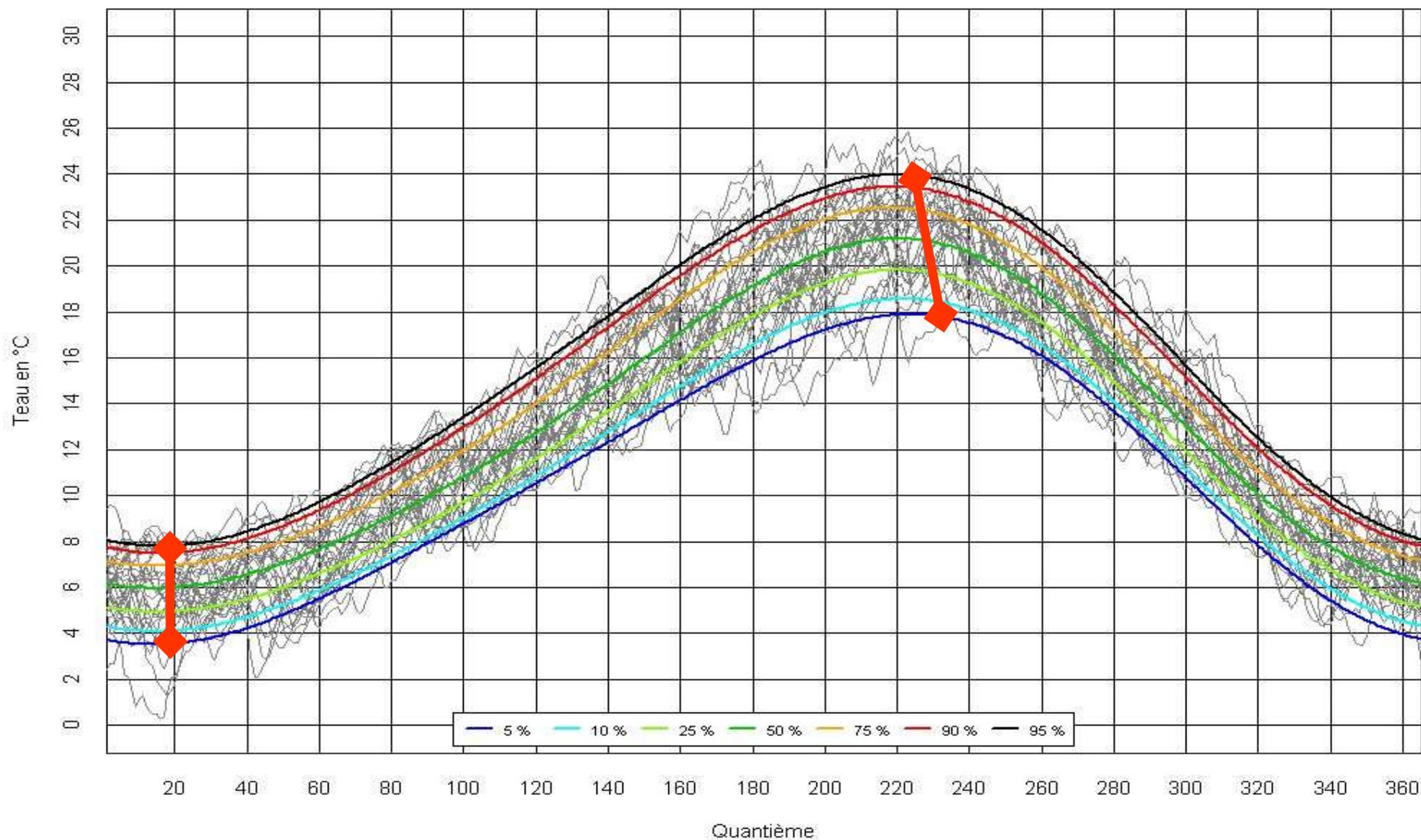


Partie 2

ANALYSE THERMIQUE A L'ECHELLE DU SECTEUR DE TRICASTIN

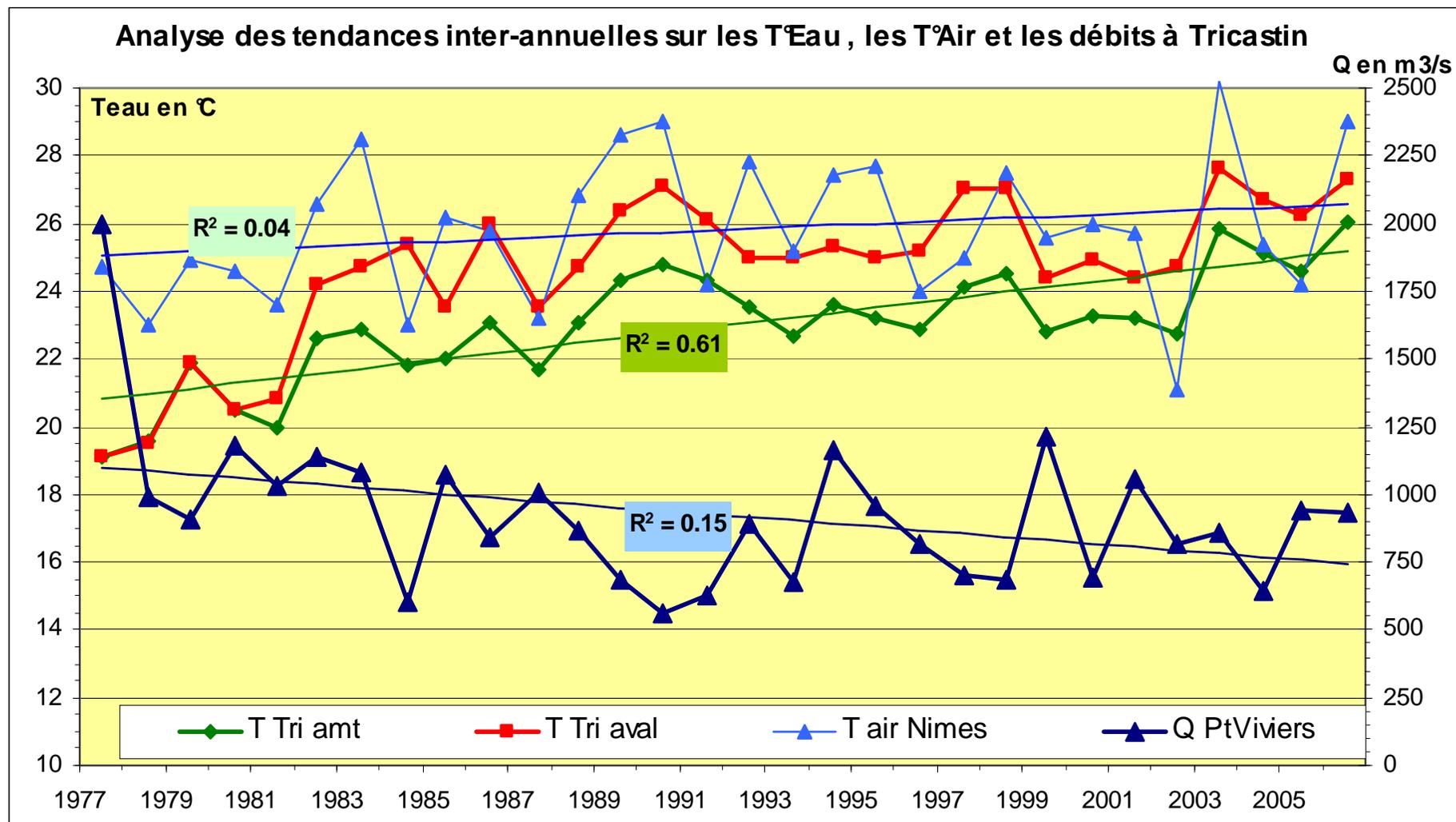
Les Températures de l'Eau amont Tricastin (1977-2006)

Teau_Tricastin - Régime lissé par série de Fourier



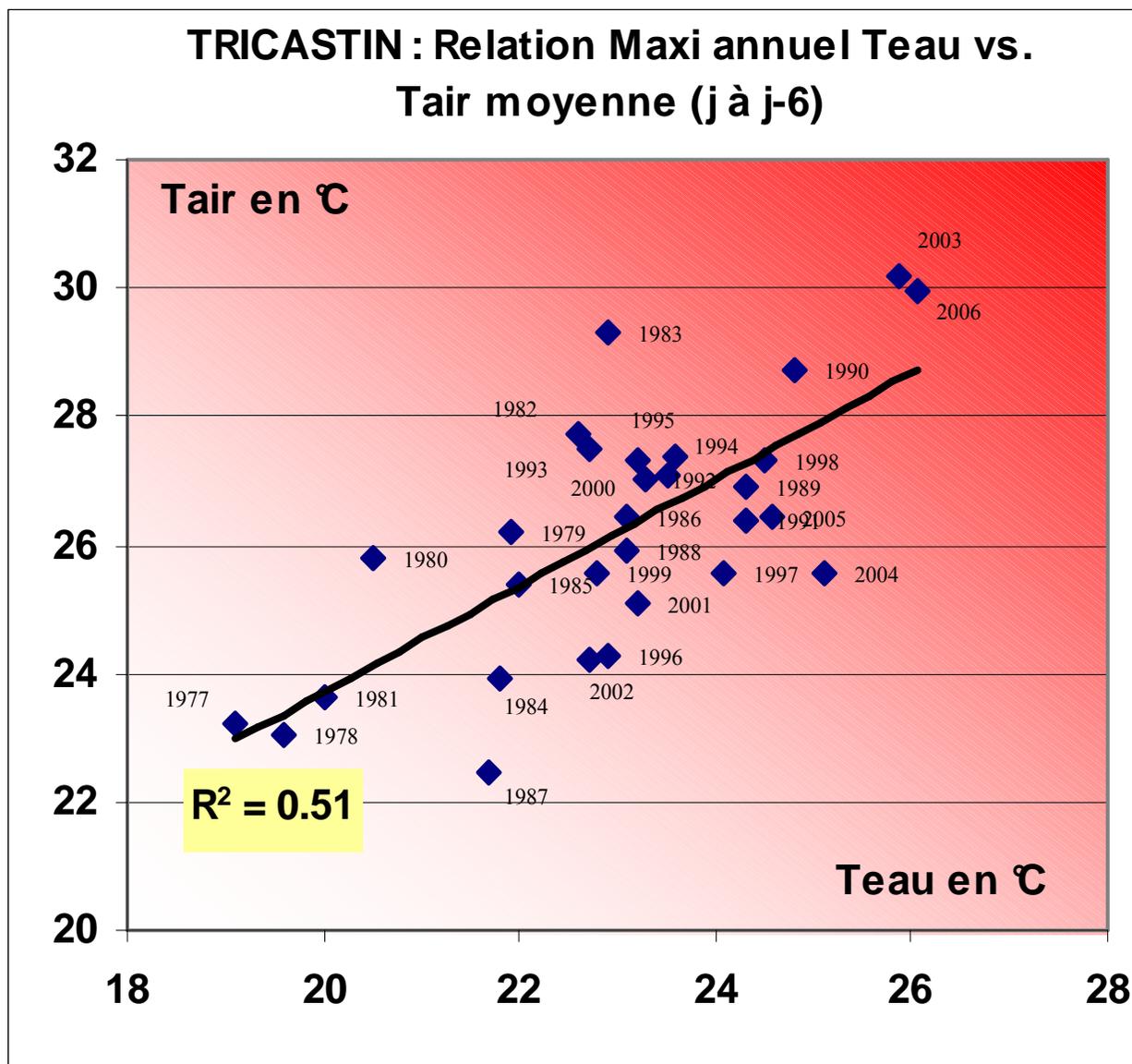
Les Températures de l'Eau amont Tricastin (1977-2006)

Liaison avec les facteurs explicatifs (1/2)



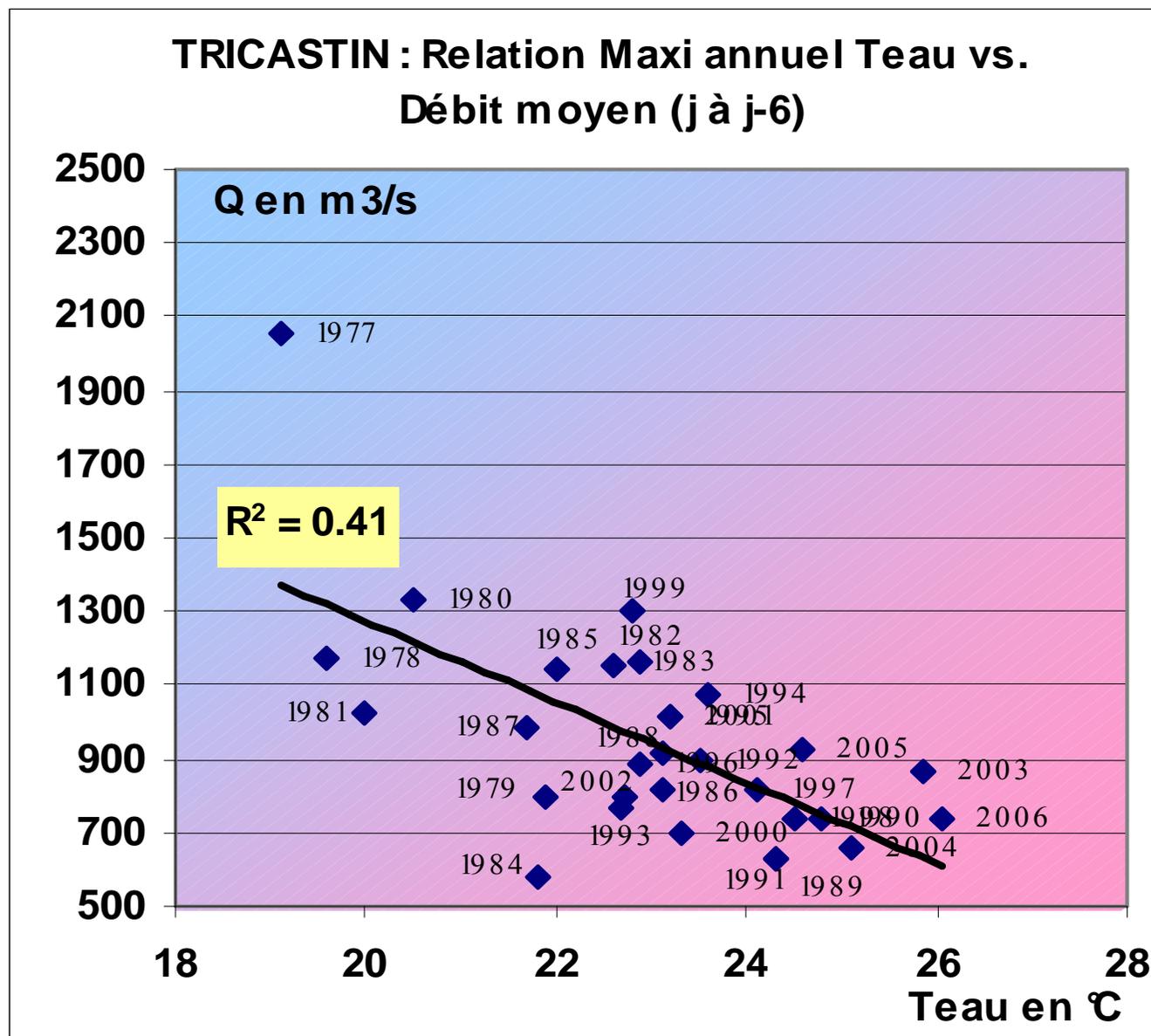
Les Températures de l'Eau amont Tricastin (1977-2006)

Liaison avec les facteurs explicatifs (2/2a)



Les Températures de l'Eau amont Tricastin (1977-2006)

Liaison avec les facteurs explicatifs (2/2b)



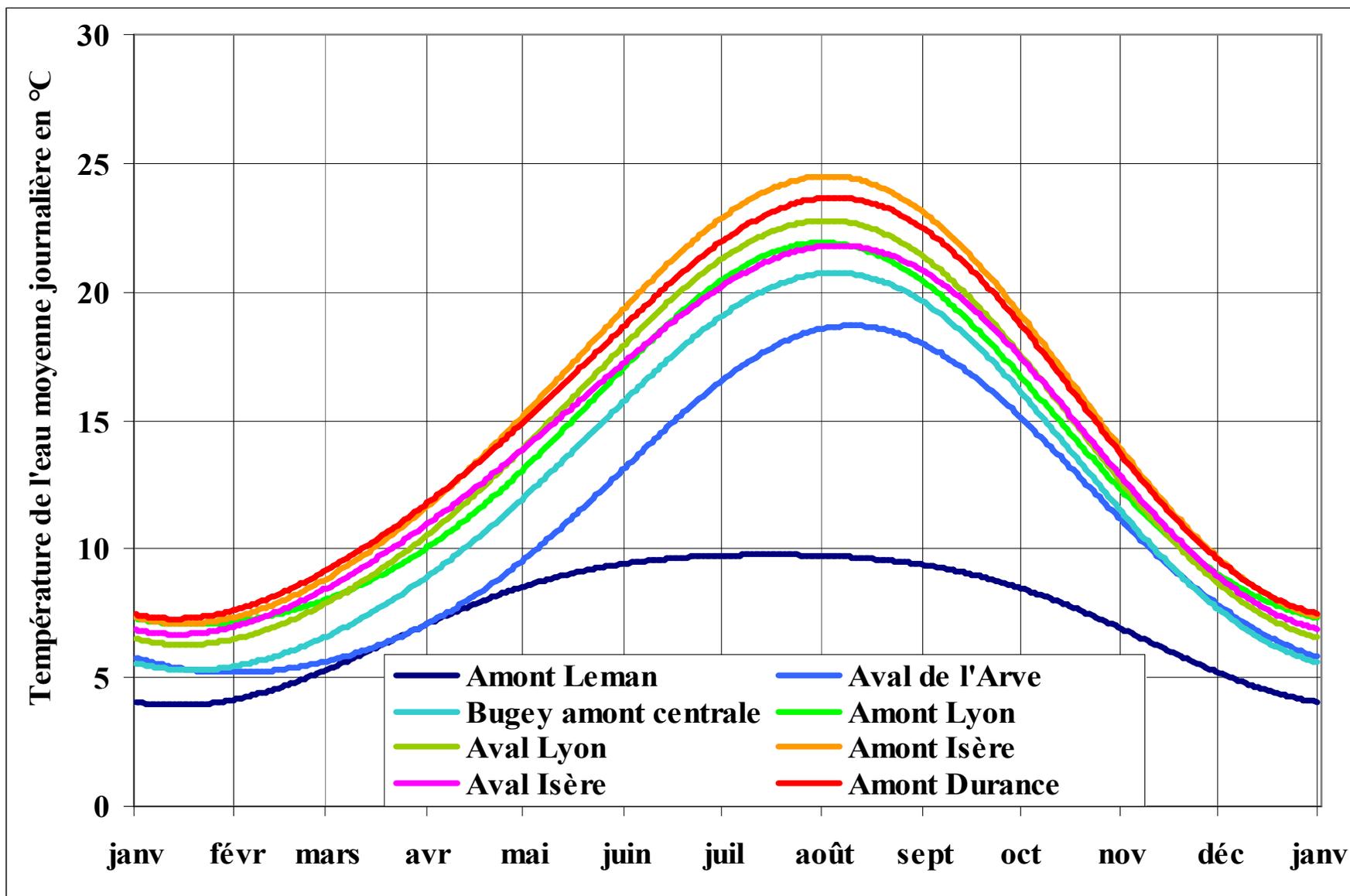


Partie 3

ANALYSE THERMIQUE A L'ECHELLE DU RHONE

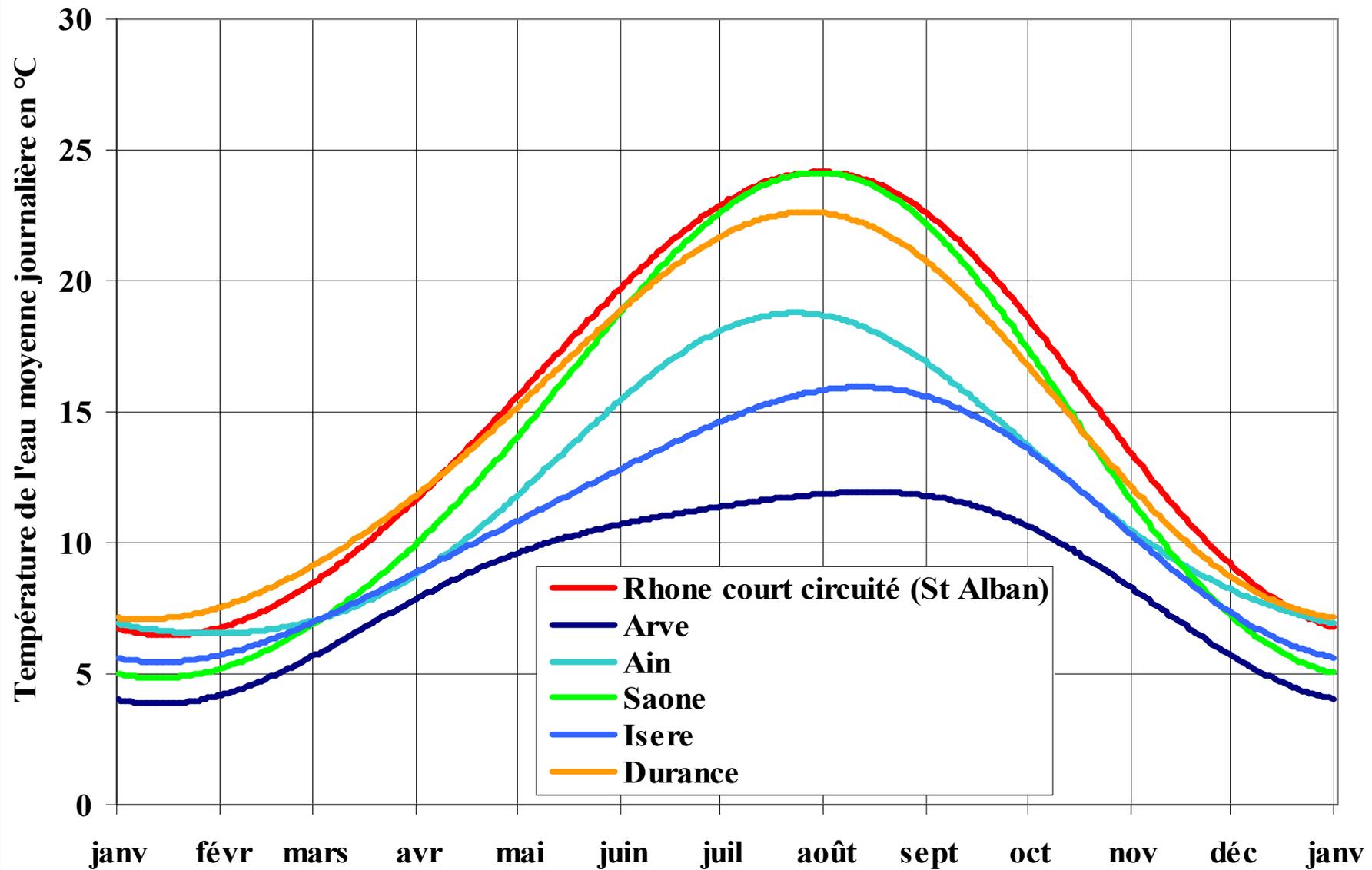
Les températures du Rhône depuis le Léman

Régime des T°eau du Léman à la Durance



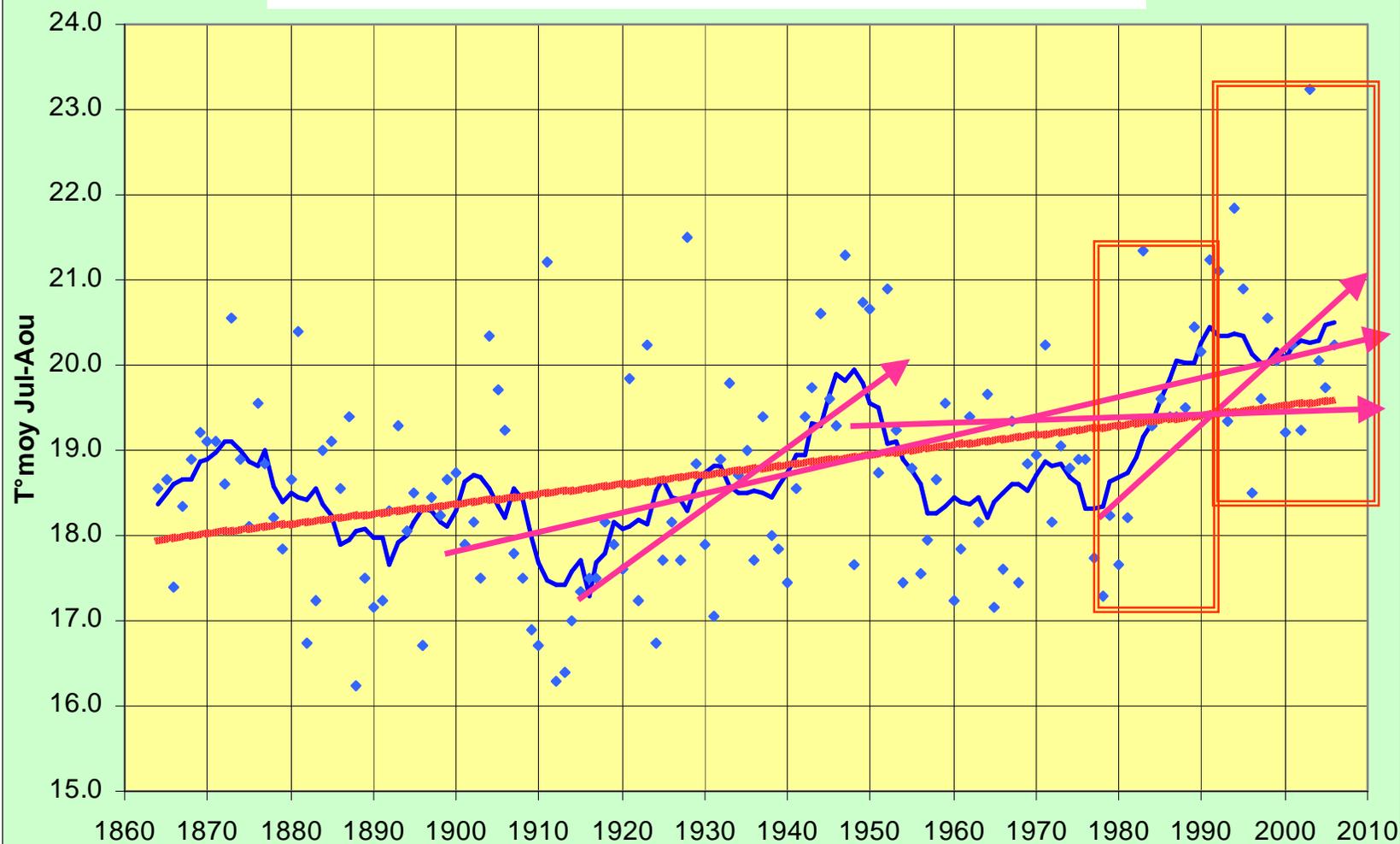
Les températures du Rhône depuis le Léman

Régime des T^Eau des affluents



Evolutions des températures de l'Air depuis le Léman quelles tendances à Genève ?

Genève : T°Air moyenne Juillet Août de 1864 à 2006
(série homogénéisée MétéoSuisse)



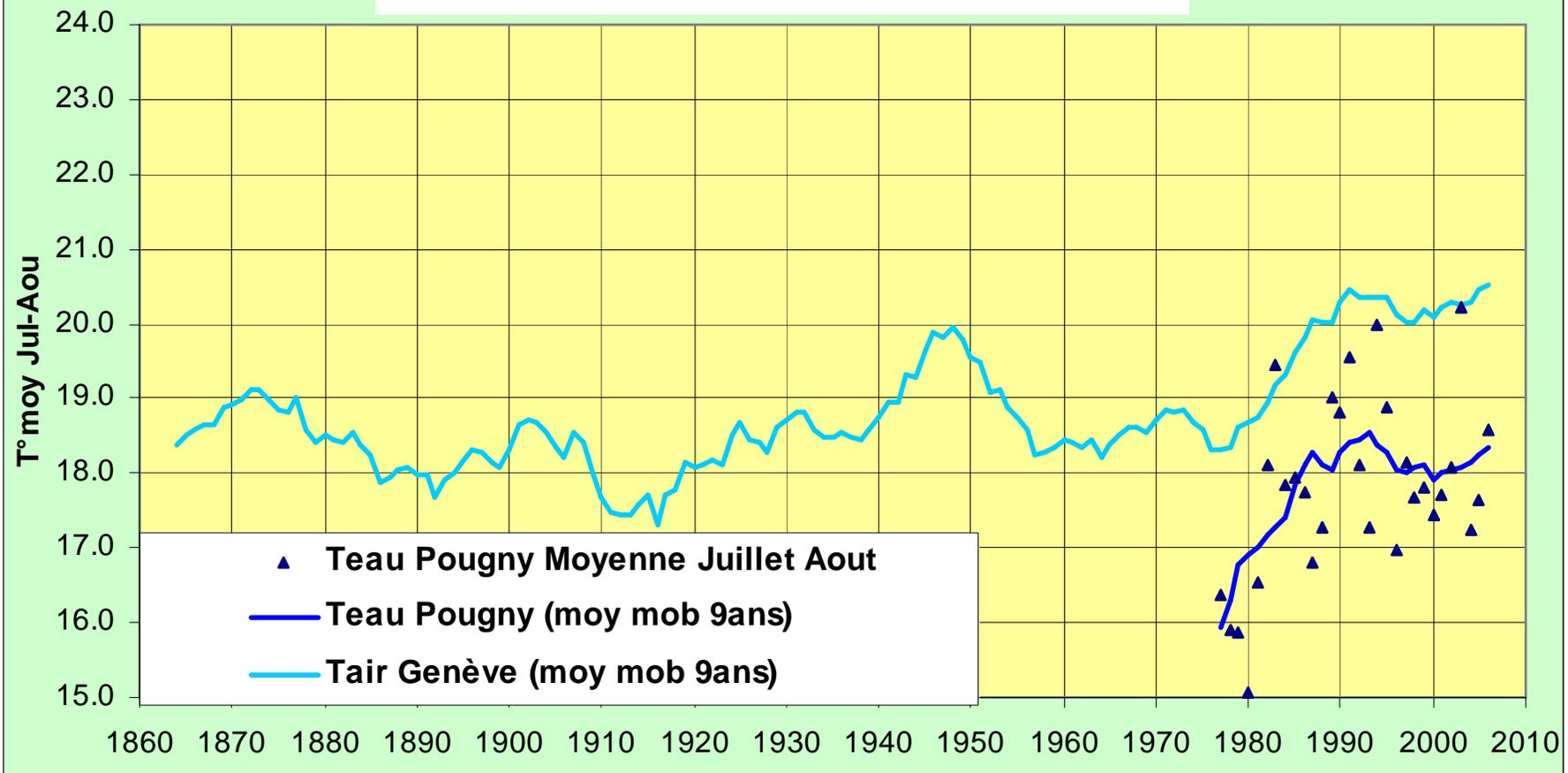
Les températures du Rhône depuis le Léman

Evolution des T°Air et Eau en été

Comparaison Teau Pougny et Tair Genève

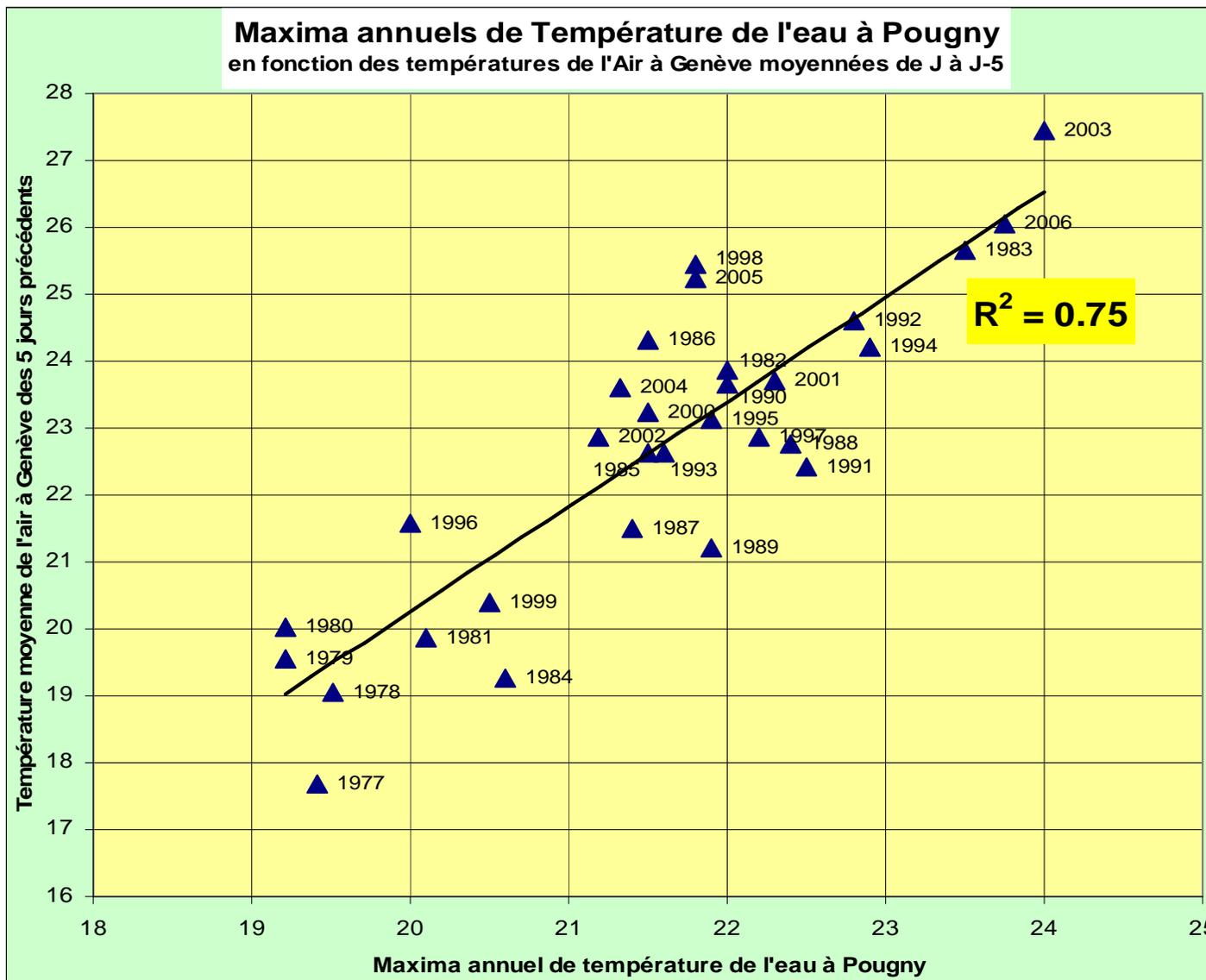
T°Air moyenne Juillet Août de 1864 à 2006

T°Eau moyenne Juillet Août de 1977 à 2006



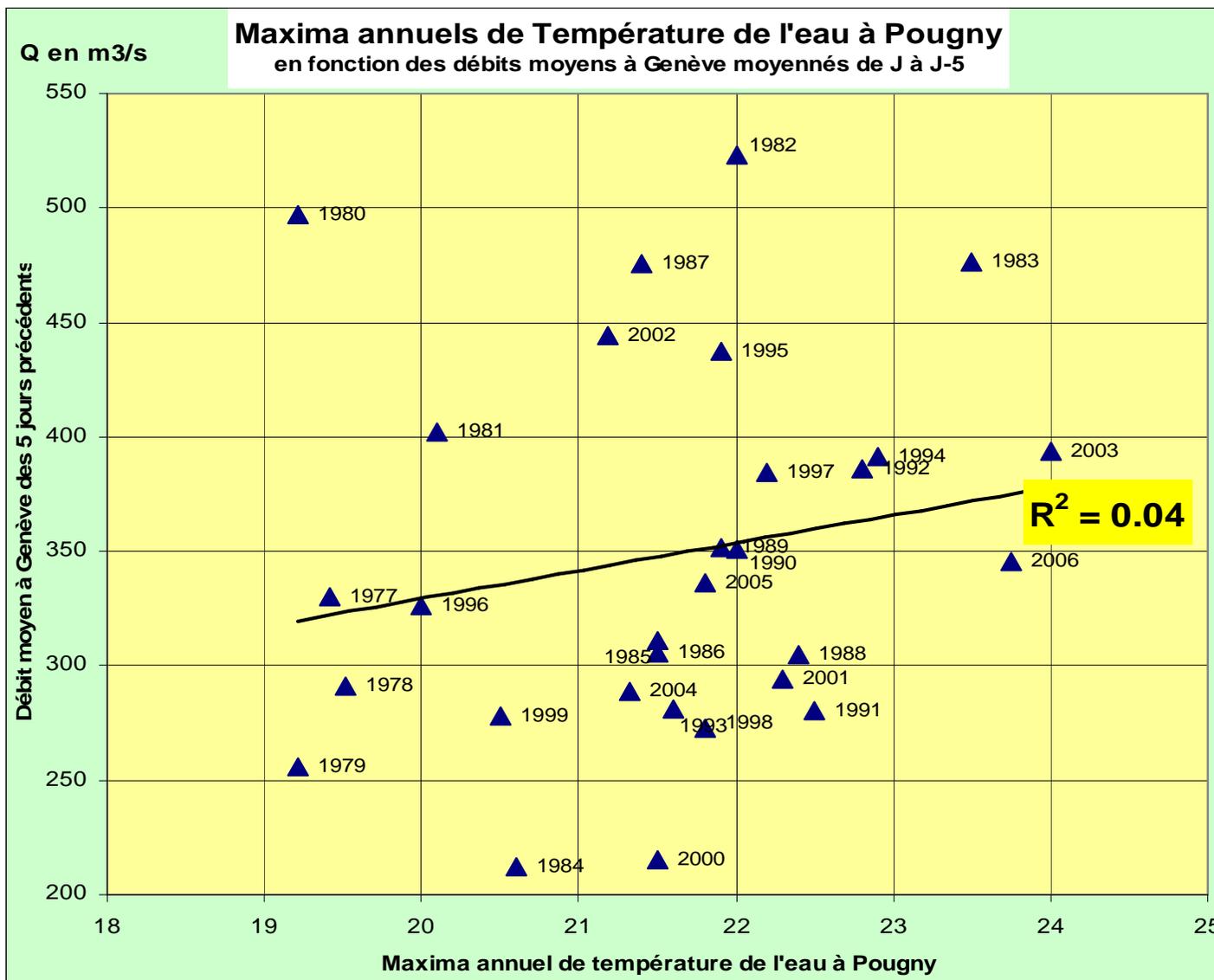
Les températures du Rhône depuis le Léman

T°Eau maximales à Pougny vs T°air Genève



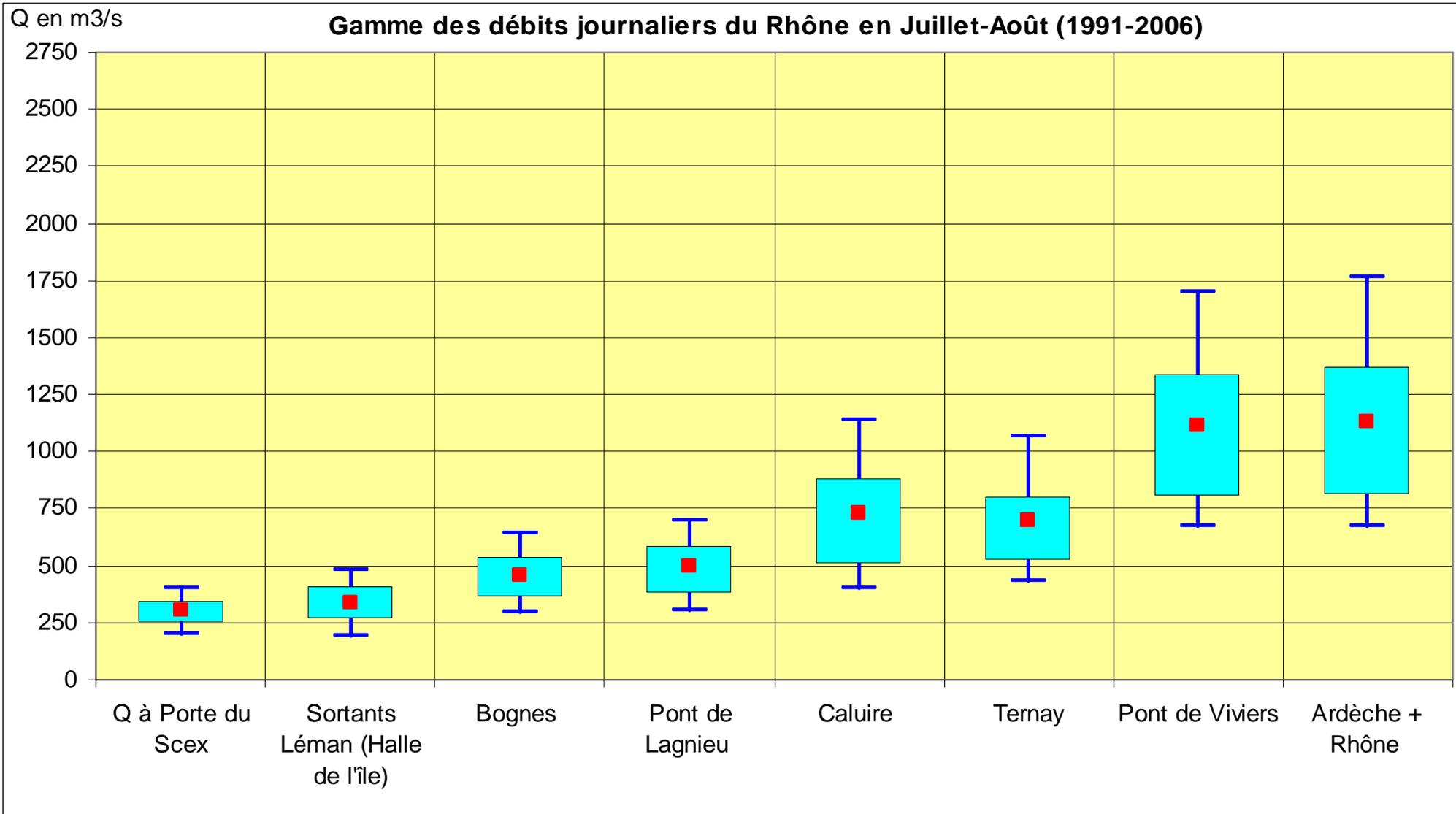
Les températures du Rhône depuis le Léman

T°Eau maximales à Pougny vs T°air Genève

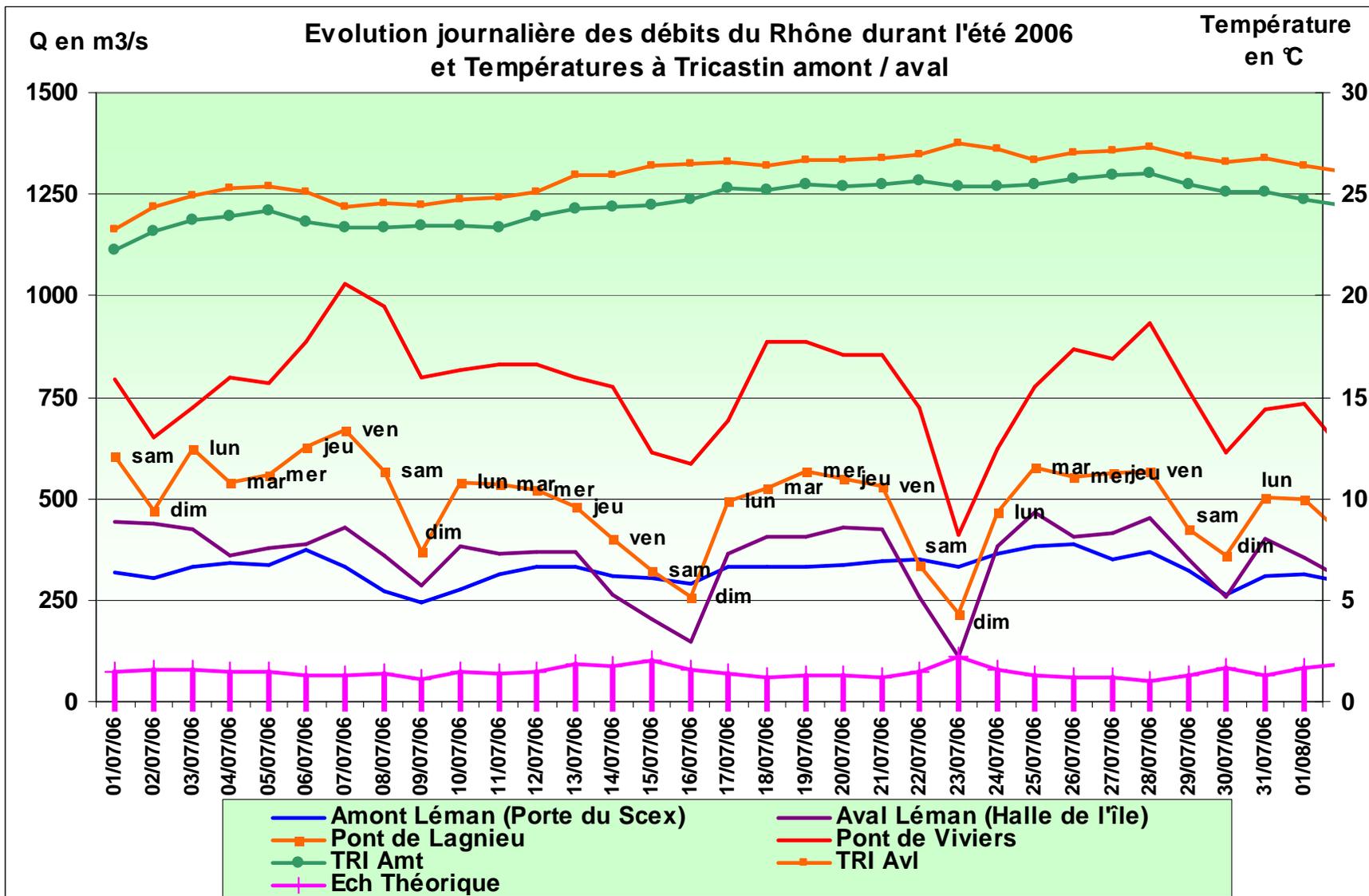


Les débits estivaux du Rhône depuis le Léman

Gamme des débits durant l'été



Les débits du Rhône depuis le Léman les variations hebdomadaires des débits



Les conclusions de la Phase 2

- Complexité des phénomènes expliquant la température = fonction de la propagation=f(débits, gestion), des conditions météorologiques, des débits des affluents et des rejets des CNPE
- Confirmation du non-cumul des échauffements d'amont en aval mais existence d'un résiduel faible :

Somme des échauffements théoriques médians des 3 CNPE = 3.5 °C



Résiduel médian à Aramon = 1°C

- En situation de température d'eau élevée, les échauffements des CNPE sont plus faibles.
- Les forts échauffements, correspondant à des bas débits et à des températures d'eau plutôt fraîches, se dissipent plus rapidement.



Partie 4

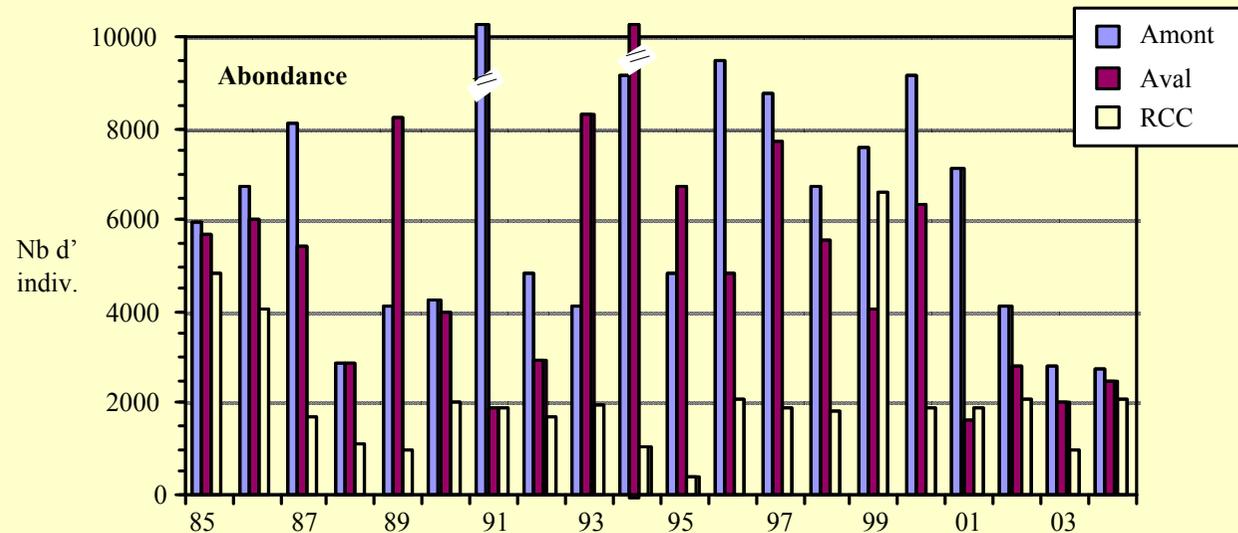
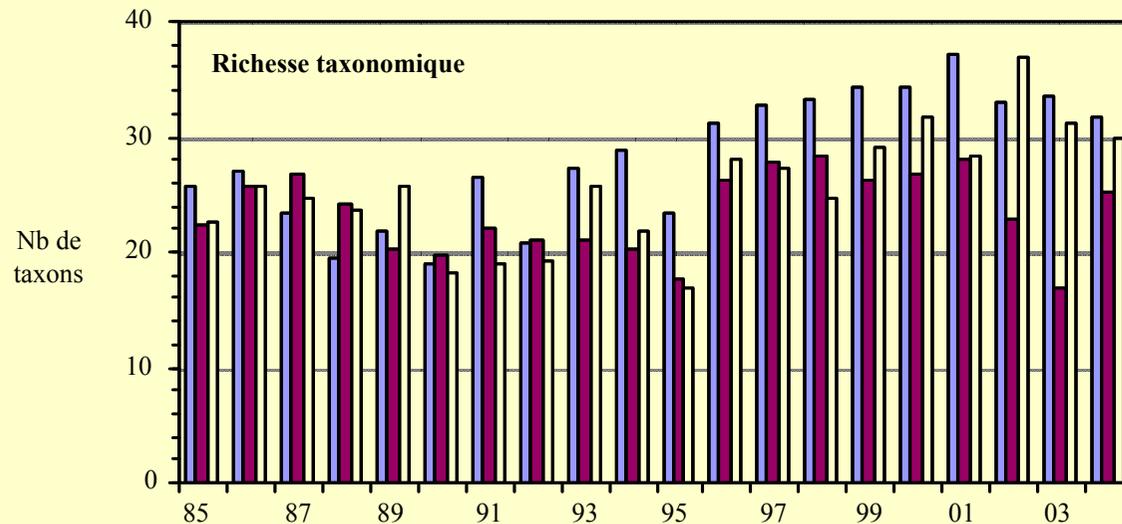
THERMIE ET HYDROBIOLOGIE

Les résultats de l'Etude Thermique Globale Rhône : un système biologique en évolution forte

Site de St Alban

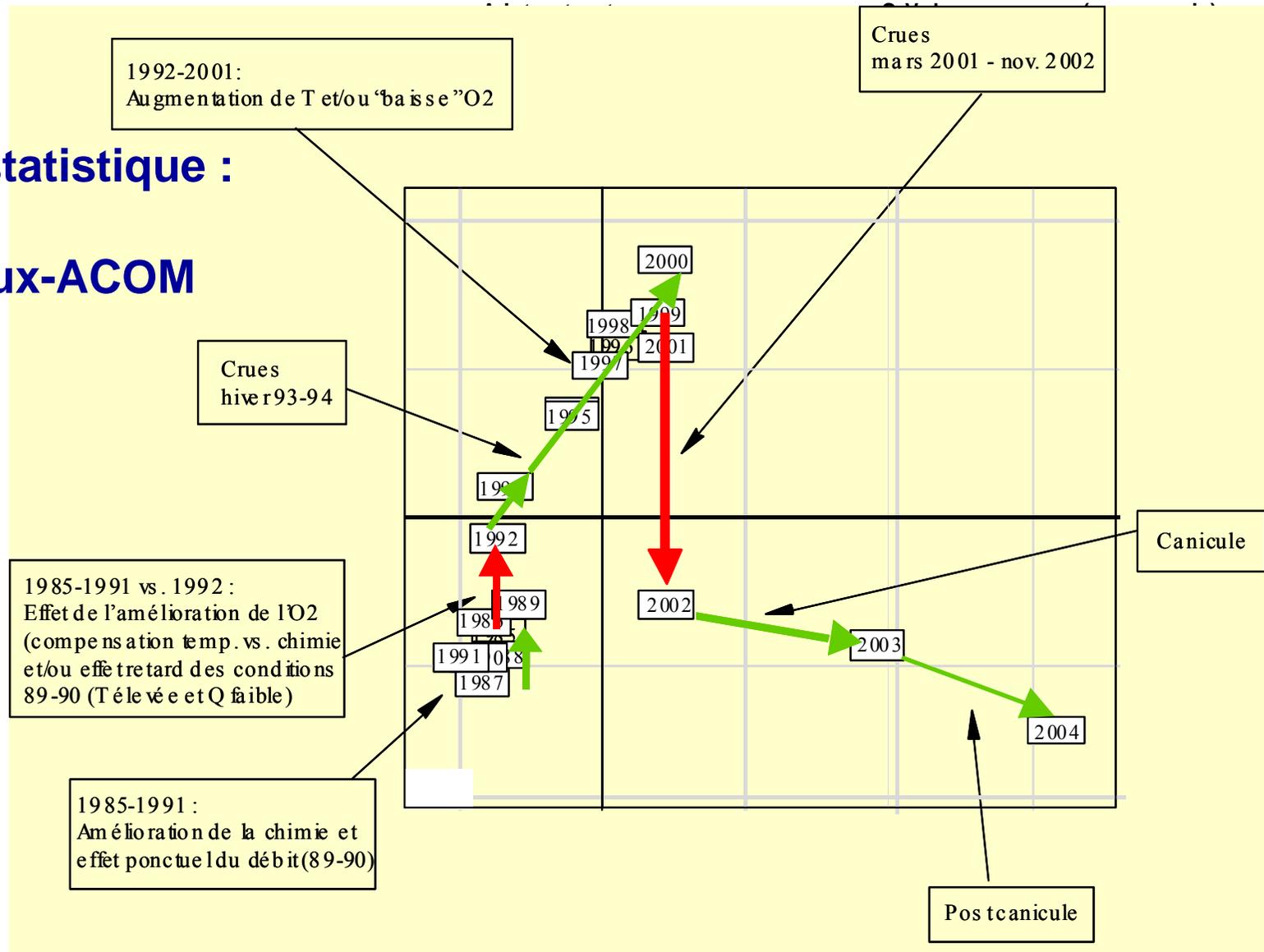
Augmentation de la richesse taxonomique.

Chute de l'abondance depuis 2000.



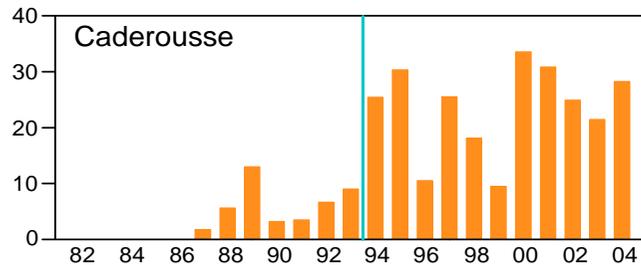
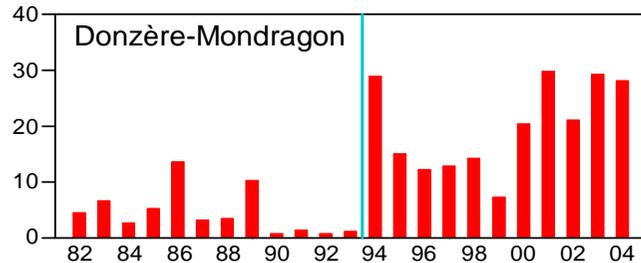
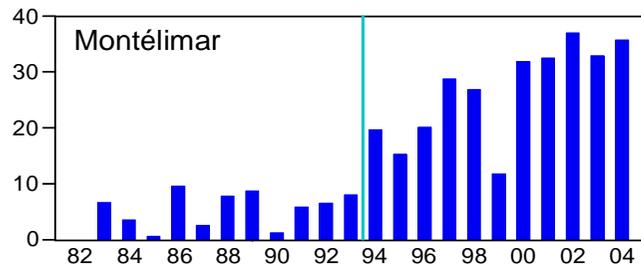
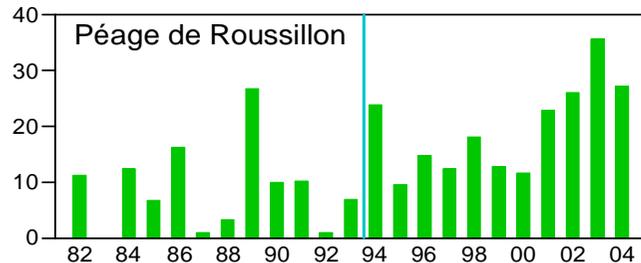
Les résultats de l'Etude Thermique Globale Rhône : un système biologique en évolution forte

Traitement statistique : analyse multi-tableaux-ACOM

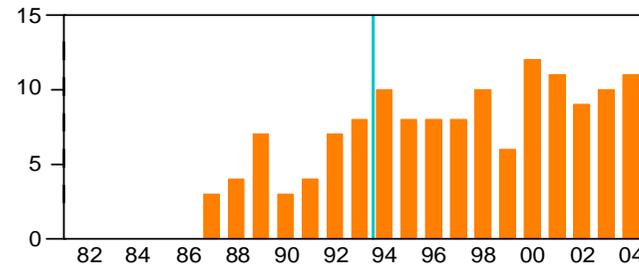
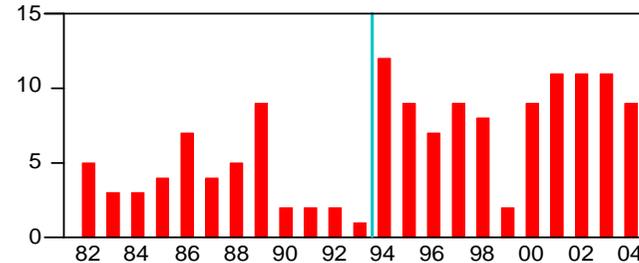
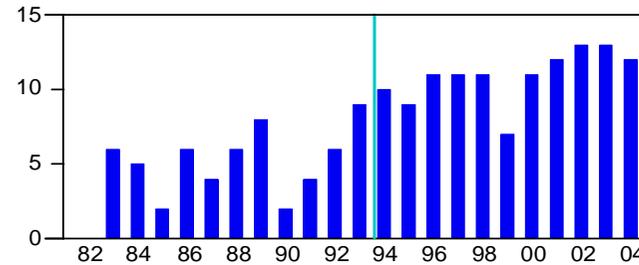
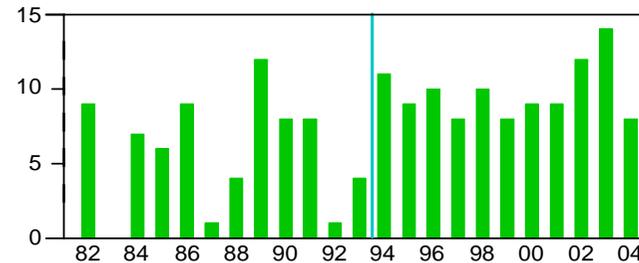


Les résultats de l'Etude Thermique Globale Rhône un système biologique en évolution forte

Abondance totale ($\Sigma(\log(x+1))$)

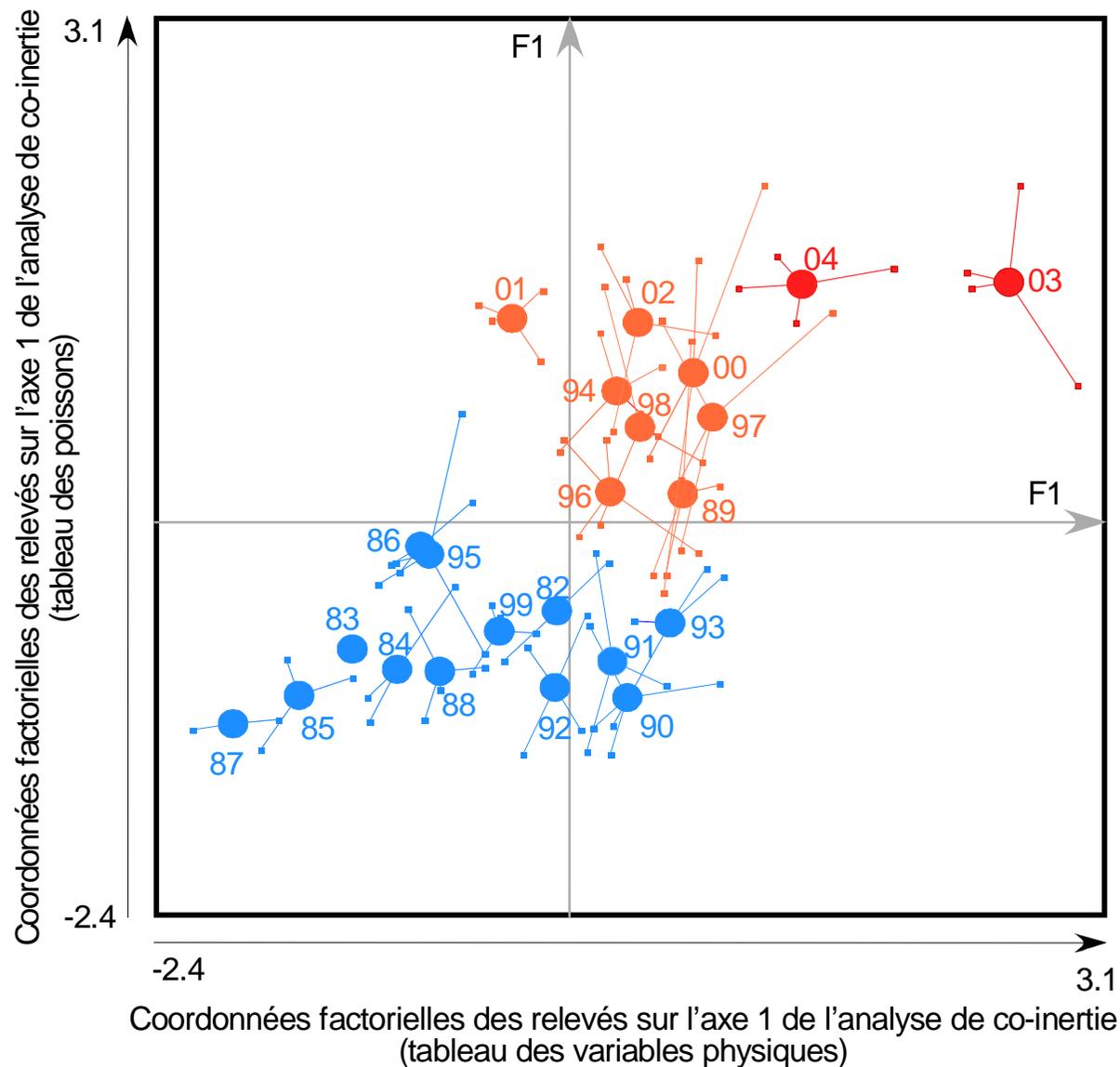


Richesse spécifique



Poissons (juv):
Une composante
inter-annuelle
bien marquée
mais peu de
différence amont-
aval

Les résultats de l'Etude Thermique Globale Rhône un système biologique en évolution forte

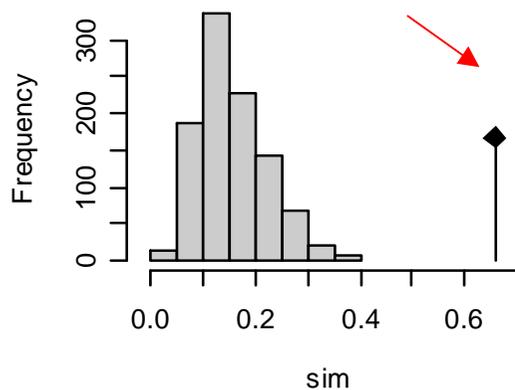


Analyse de la co-structure : variables hydro-thermiques - poissons

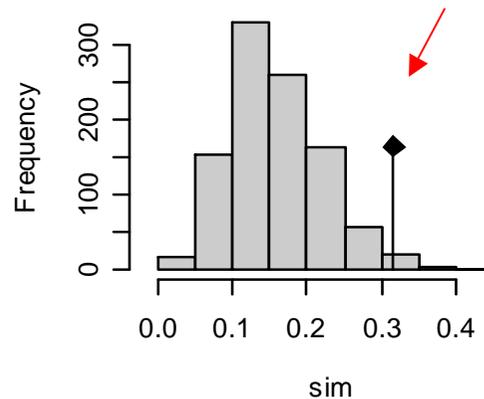
Les résultats de l'Etude Thermique Globale Rhône

Relations faune vs facteur écologique

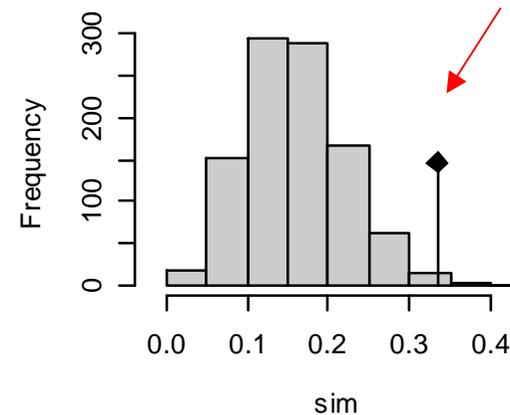
a-faune vs. physico-chimie



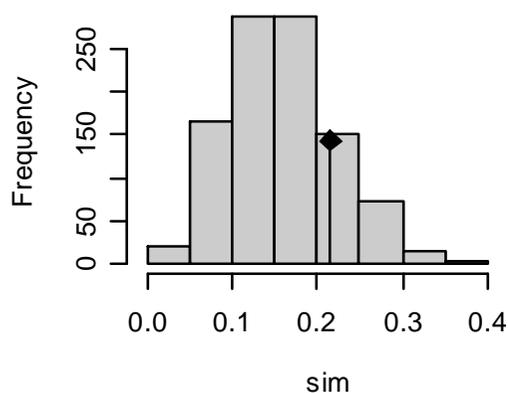
b-thermie vs. physico-chimie



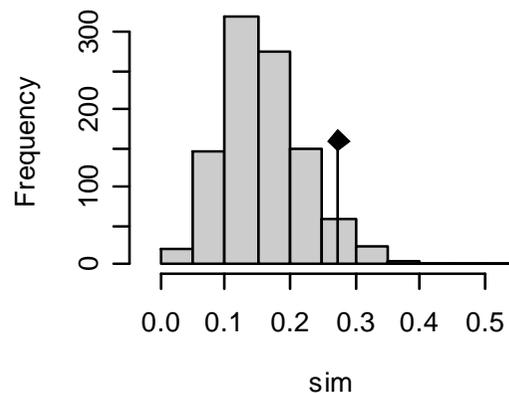
c-hydrologie vs. physico-chimie



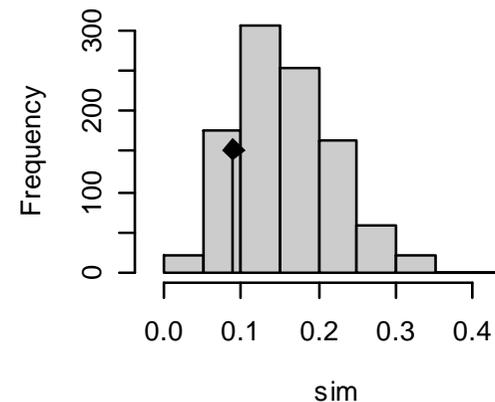
d-faune vs. thermie



e-hydrologie vs. thermie



f-faune vs. hydrologie





Partie 5

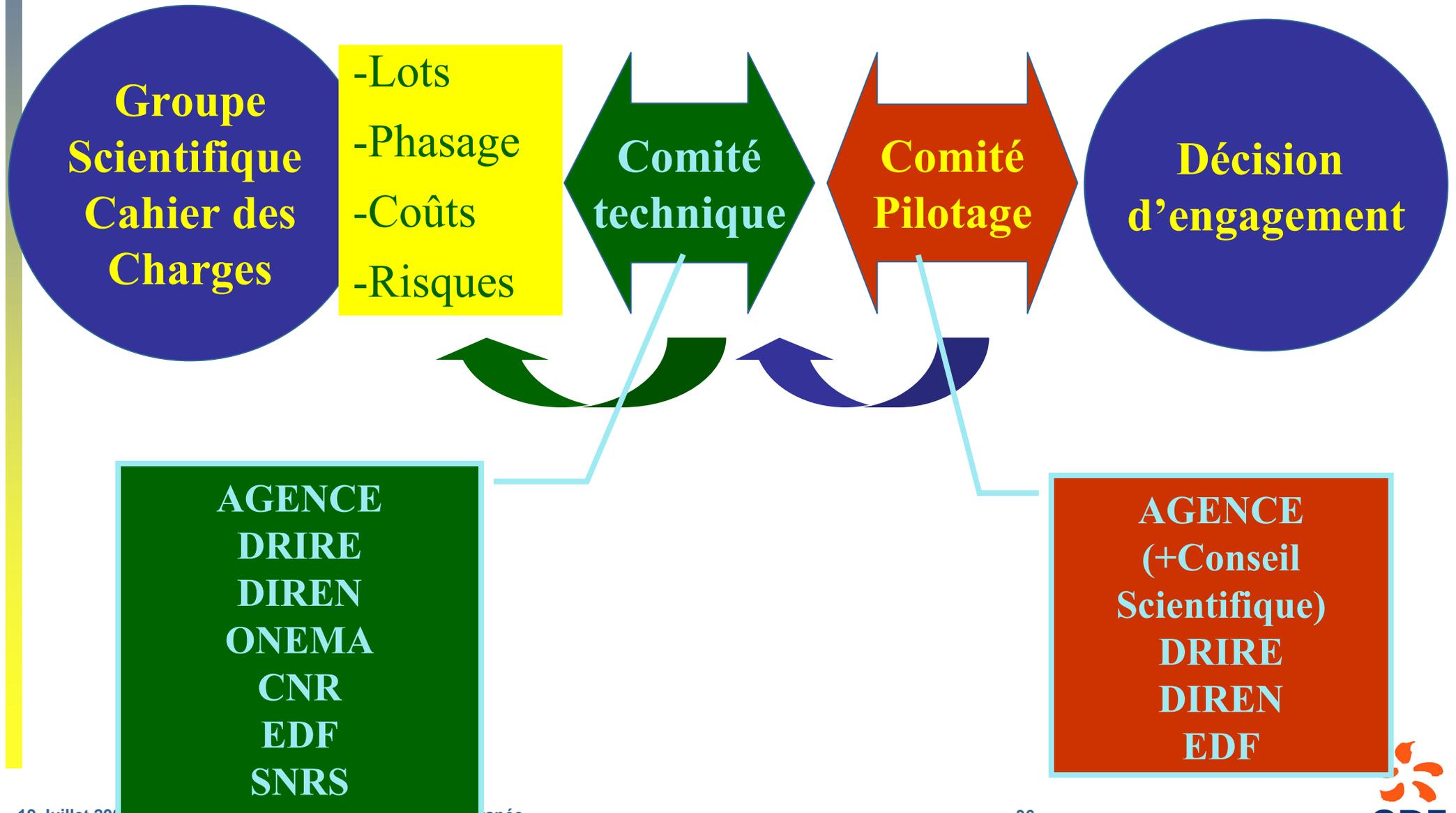
LES NOUVELLES ETUDES THERMIQUES

Les études en projet : Les questions scientifiques à instruire

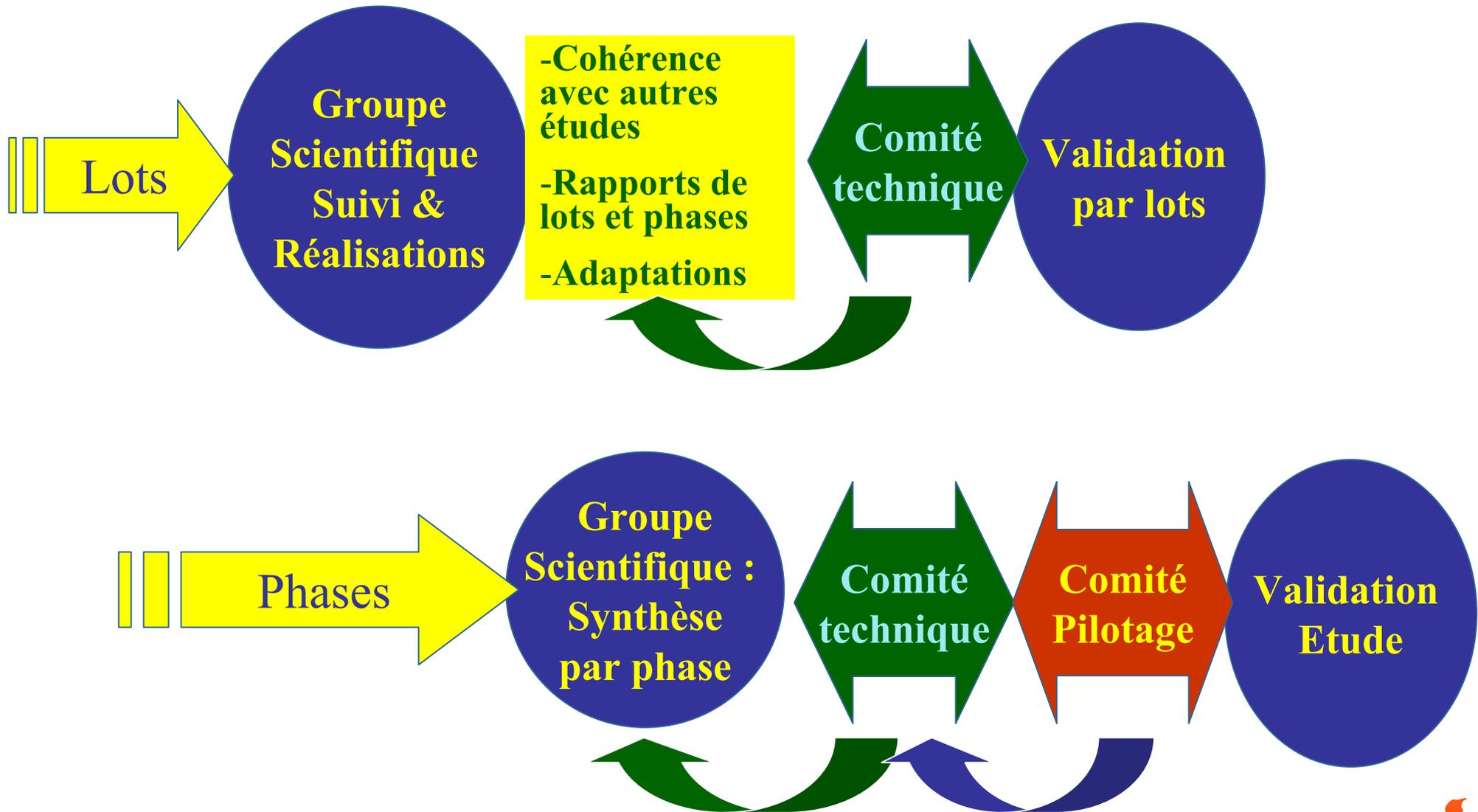
Rapport GRAMMONT, questions initiales au GT MEDAD/EDF, du REX Canicule DIREN RA (2003 et 2006), du Plan Rhône, de l'Etude Thermique Rhône phases 1 à 3

1. Quelles sont les températures limite supportées par différents organismes ?
2. Existe-t-il des « molécules » qui indiquent un stress dû à la température ?
3. Comment la température influe-t-elle sur les cycles vitaux des organismes
4. La hausse de température constatée a-t-elle une influence sur les espèces introduites et/ou envahissantes ?
5. Quelle est la répartition spatiale et temporelle des habitats y compris T°C lorsque le fleuve est en crise thermique (habitat = hauteur d'eau, vitesse, substrat, T°C) ?
6. Comment les poissons utilisent-t-ils ces habitats en période de crise thermique ? et/ou d'étiage ?
7. Existe-t-il des espèces ou un ensemble d'espèces d'Invertébrés traduisant des effets de la thermique ?
8. Dans la configuration particulière du Rhône, quelles sont les rôles respectifs des retenues / chenal / tronçon court circuité en fonction des habitats, T°, reproduction, dynamique de population ?

Pilotage Etude Rhône (1/2)

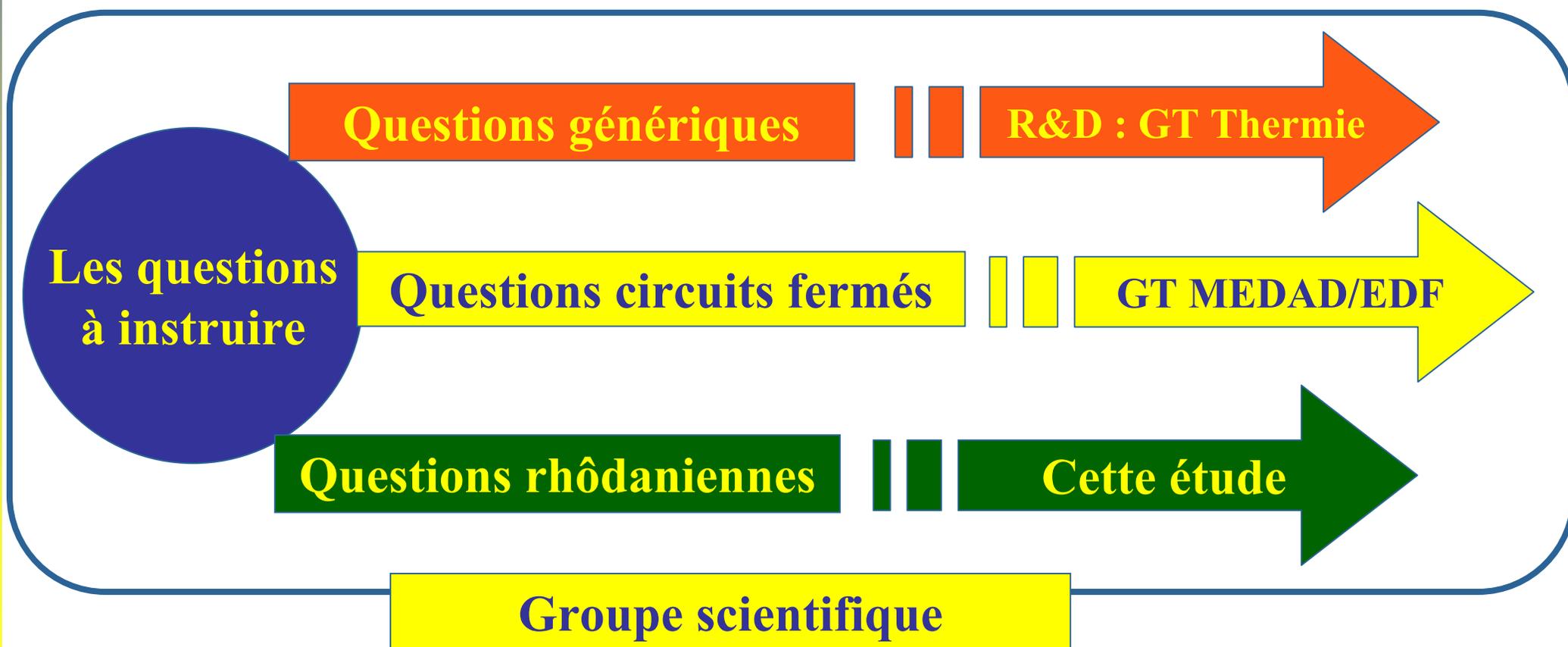


Pilotage Etude Rhône (2/2)



Les études en projet : Nouvelle Etude Thermique Rhône

Inventaire et Tri des questions à instruire :





Les Propositions d'étude déjà initiées

Cemagref Lyon

Campagnes de mesures des hétérogénéités spatiales

Intégrer la T° aux mesures Invertébrés et Poissons

Modélisation hydraulique → description de l'habitat en f(h,v,T,substrat)

Cemagref Aix en Provence

Mesures des tailles et poids

Recherche des liaisons taille=f(T°) → complexe car phénomènes de densité-dépendance au moins sur le Gardon, pas sur Chevaine

ARALEP

Analyse des Crustacés (dont « invasifs »)

Intégrer la T° aux mesures Invertébrés et Poissons (in situ)

Université de Lyon

En attente de proposition

Actions prévues de R&D sur les relations température - biocénoses

- Partage des connaissances avec les experts hydroécologues européens et américains :
 - échanges avec KEMA dont les études ont accompagné 28°C aux Pays Bas
 - participation au workshop EPRI (Denver) d'octobre 2007 sur l'impact des rejets thermiques sur les milieux aquatiques
- Démarrage début 2008 d'un programme de recherche en partenariat sur l'influence de la température sur l'hydrobiologie, avec un premier volet prévu sur les poissons et les macroinvertébrés :
 - impact direct de situations extrêmes sur poissons (stress, mortalité)
 - rôle des régimes hydro-thermiques sur la croissance/survie vie des poissons/macroinvertébrés et sur la répartition et le comportement des poissons (zones refuges)
 - développement de modèles intégrateurs de dynamique de population de poissons
 - poursuite de l'analyse des évolutions à long terme des biocénoses des grands fleuves français

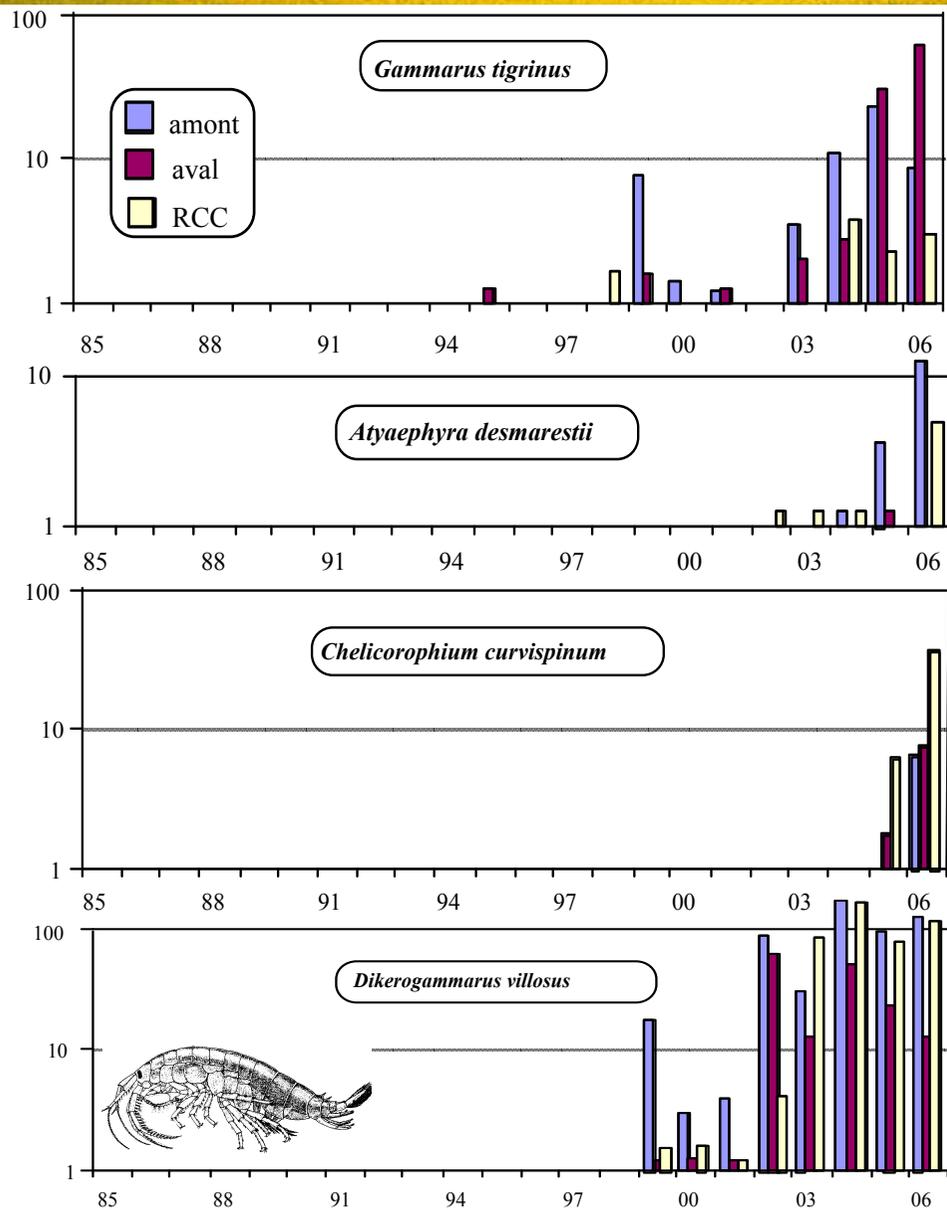


Les études de R&D réalisées à EDF sur les relations température - biocénoses

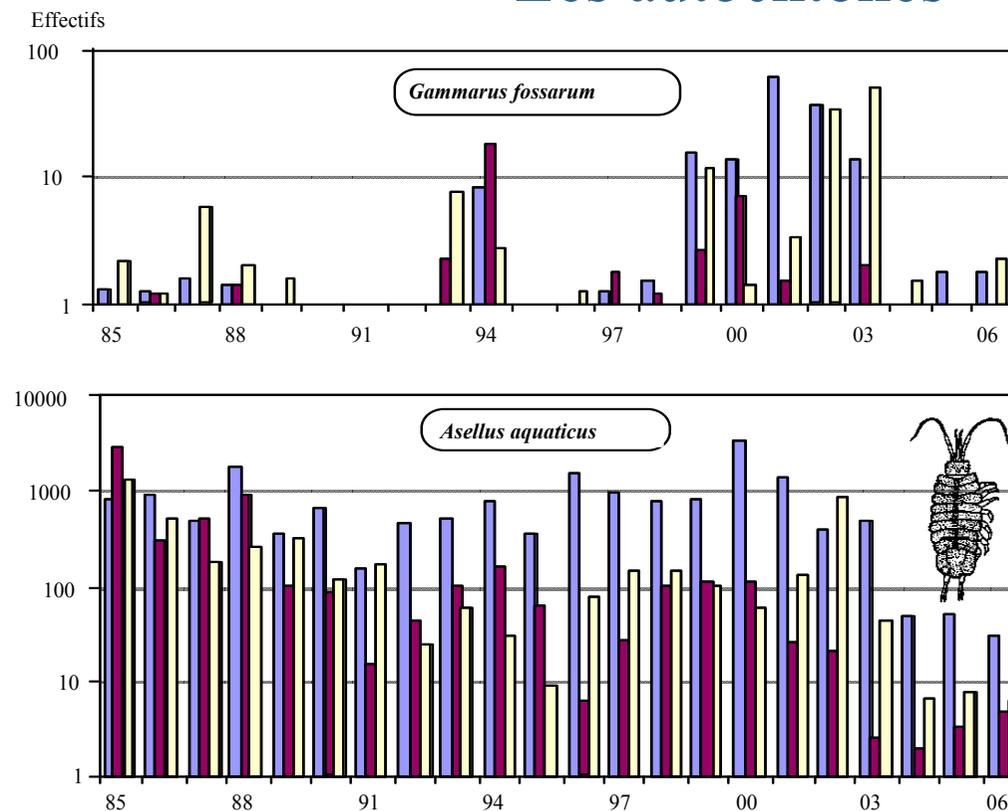
- **Étude de l'évolution temporelle de la structure des peuplements de poissons sur le Rhône, la Loire et la Seine depuis 25 ans : mise en évidence sur les fleuves de l'impact dominant des dernières années chaudes**
- **Étude de la dynamique d'espèces natives et invasives de crustacés à Saint Alban sur un cycle annuel (2006-2007) : modification des interactions biotiques induits par des espèces invasives sans lien établi avec l'effet de la centrale**

Etude des Crustacés du Rhône

Les « invasifs »

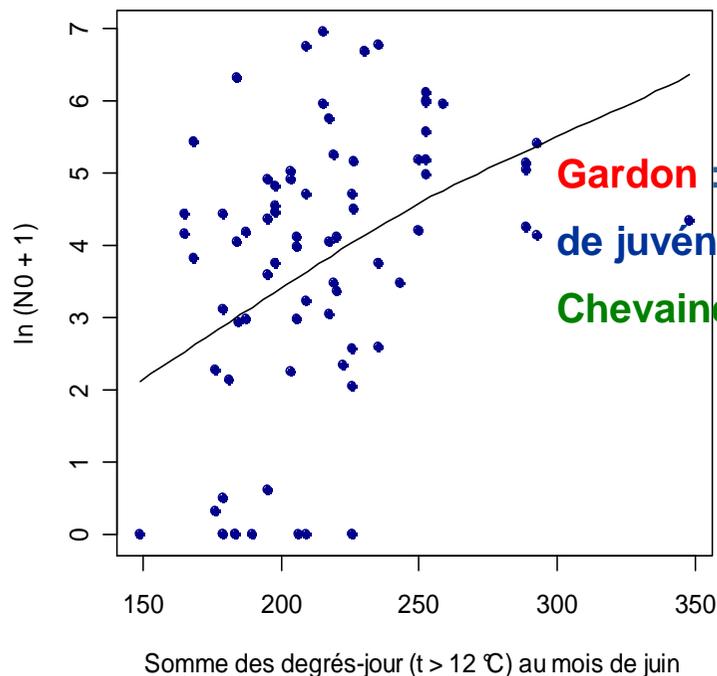


Les autochtones

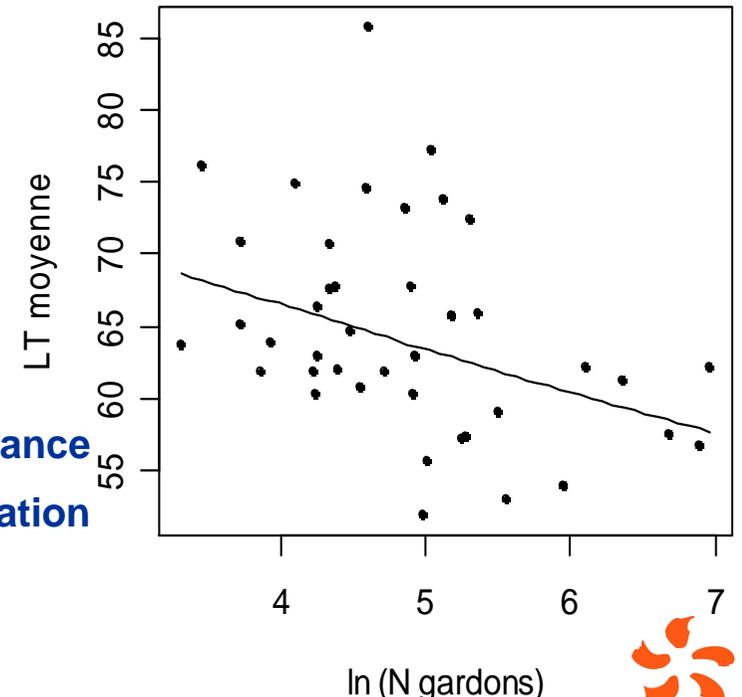


Les études réalisées à EDF R&D sur les relations température – biocénoses

-Étude de l'influence de la température sur la croissance des juvéniles de cyprinidés du bas Rhône sur les 25 dernières années : une relation établie entre température (dose de chaleur en juin) et densité des gardons juvéniles (0+) à la fin de l'été mais pas pour les chevaines; des phénomènes de densité-dépendance sur le poids et la taille mis en évidence chez le gardon mais pas chez la chevaine, sans lien net établi avec la température, même si des individus plus longs et lourds sont observés dans le proche aval de la centrale de Tricastin.



Gardon : densité dépendance
Chevaine : aucune corrélation





CONCLUSIONS



Conclusions

Le Rhône = système en modification écologique présentant de nombreux facteurs de changement

Modifications morpho-dynamiques, hydrologiques, thermiques, physico-chimiques, introduction d'espèces,...

Les suivis des CNPE = principales séries chronologiques pérennes sur le système => base de nombreuses études

qui mettent en évidence des évolutions généralisées mais pas de différences amont – aval des sites (hormis dans la veine chaude non mélangée)

Un passage du DARPE à 28°C à St Alban qui modifie les contraintes sur quelques jours dans l'année.

=> pas d'effet visible sur la biologie amont/aval à St Alban depuis 2000