

**Hydro-Québec Équipement
Direction Ingénierie de production
Conception des aménagements de production - Hydraulique et géotechnique**

Complexe Romaine, avant-projet phase 2

Régime thermique de l'eau

Rapport Sectoriel

Annexe B

**Régime thermique du réservoir Romaine-2 et de son aval
pour le cas du seuil du canal d'amenée de Romaine-2 à la cote de 206 m**

Novembre 2007

[Page laissée intentionnellement vide pour fins de mise en page]

Table des matières

Sommaire et conclusions

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des planches

1	Objectif de l'étude.....	9
2	Régime thermique de l'aménagement Romaine-2 et de son aval avec seuil du canal d'amenée à la cote de 206 m	11
2.1	Réservoir Romaine-2.....	11
2.1.1	Description.....	11
2.1.2	Tableaux et diagrammes	11
2.1.3	Régime thermique	11
2.2	Évacuateur de crue et tronçon court-circuité de Romaine-2 (PK 83,7 à 90,3)	13
2.2.1	Description.....	13
2.2.2	Tableaux et diagrammes	13
2.2.3	Régime thermique	13
2.3	Canal de fuite de la centrale Romaine-2 (PK 83,7)	14
2.3.1	Description.....	14
2.3.2	Tableaux et diagrammes	14
2.3.3	Régime thermique	14
2.4	Tronçon fluvial du réservoir Romaine-1.....	15
2.4.1	Description.....	15
2.4.2	Tableaux et diagrammes	15
2.4.3	Régime thermique	16
2.5	Tronçon en lac du réservoir Romaine-1	16
2.5.1	Description.....	16
2.5.2	Tableaux et diagrammes	16
2.5.3	Régime thermique du réservoir RO-1.....	17
2.6	Exutoires du réservoir Romaine-1	17
2.6.1	Description.....	17
2.6.2	Tableaux et diagrammes	18
2.6.3	Régime thermique au canal de fuite	18

2.6.4	Régime thermique à l'évacuateur de crue	19
2.7	Rivière Romaine en aval de Romaine-1	19
2.7.1	Tableaux et diagrammes	19
2.7.2	Régime thermique	19
3	Conditions transitoires.....	21
3.1	Exploitation de Romaine-2 seul – Cas RO2-206m.....	21
3.1.1	Description de l'aménagement	21
3.1.2	Tableaux et diagrammes	21
3.1.3	Régime thermique du réservoir Romaine-2.....	22
3.1.4	Régime thermique du tronçon court-circuité.....	22
3.1.5	Régime thermique en rivière en aval de Romaine-2 seul.....	22
3.2	Exploitation de Romaine-2 et Romaine-1.....	22
3.2.1	Description de l'aménagement	22
3.2.2	Tableaux et diagrammes	23
3.2.3	Régime thermique du réservoir Romaine-1 et à son aval	23
4	Tableaux.....	25
5	Planches.....	33

Liste des tableaux

Tableau B-1	Réservoir Romaine-2. Cas RO2-206m. Moyennes mensuelles et moyenne estivale de la température de l'eau.....	27
Tableau B-2	Réservoir Romaine-1. Cas RO2-206m. Moyennes mensuelles et estivale de la température de l'eau.....	28
Tableau B-3	Rivière Romaine en aval de l'aménagement Romaine-1. Cas RO2-206m. Moyennes mensuelles et estivale de la température de l'eau.....	29
Tableau B-4	Aménagement Romaine-2 et rivière Romaine en conditions transitoires (absence de Romaine-4 et de Romaine-3, marnage de 19 m), en l'absence de Romaine-1, cas RO2-206m. Moyennes mensuelles de la température de l'eau aux exutoires et à l'aval.	30
Tableau B-5	Aménagement Romaine-1 et rivière Romaine en conditions transitoires (absence de Romaine-4 et de Romaine-3, marnage de 19 m à Romaine-2), cas RO2-206m. Moyennes mensuelles de la température de l'eau aux exutoires et à l'aval.	31

[Page laissée intentionnellement vide pour fins de mise en page]

Liste des planches

Planche B-1	Réservoir Romaine-2, cas RO2-206m. Profils verticaux instantanés et séries temporelles de la température de l'eau dans le réservoir.	35
Planche B-2	Réservoir Romaine-2, cas RO2-206m. Isothermes dans le réservoir pour trois années-type.	36
Planche B-3	Réservoir Romaine-2, cas RO2-206m. Température de l'eau et débit aux exutoires.	37
Planche B-4	Rivière Romaine, cas RO2-206m. Tronçons fluviaux situés entre la centrale Romaine-2 et le PK 13. Profils longitudinaux mensuels de la température de l'eau.	38
Planche B-5	Réservoir Romaine-1, cas RO2-206m. Profils verticaux instantanés et séries temporelles de la température de l'eau dans le réservoir.	39
Planche B-6	Réservoir Romaine-1, cas RO2-206m. Isothermes dans le réservoir pour trois années-type.	40
Planche B-7	Réservoir Romaine-1, cas RO2-206m. Température de l'eau et débit aux exutoires.	41
Planche B-8	Réservoir Romaine-2, cas RO2-206m, phase transitoire. Profils verticaux instantanés et séries temporelles de la température de l'eau dans le réservoir.	42
Planche B-9	Réservoir Romaine-2, cas RO2-206m, phase transitoire. Isothermes dans le réservoir pour trois années-type.	43
Planche B-10	Réservoir Romaine-2, cas RO2-206m, phase transitoire. Température de l'eau et débit aux exutoires du réservoir Romaine-2.	44
Planche B-11	Rivière Romaine, cas RO2-206m, phase transitoire sans Romaine-1. Tronçon fluvial situés entre la centrale Romaine-2 et le PK 13. Profils longitudinaux mensuels de la température de l'eau.	45
Planche B-12	Réservoir Romaine-1, cas RO2-206m, phase transitoire. Profils verticaux instantanés et séries temporelles de la température de l'eau dans le réservoir.	46
Planche B-13	Réservoir Romaine-1, cas RO2-206m, phase transitoire. Isothermes dans le réservoir pour trois années-type.	47
Planche B-14	Réservoir Romaine-1, cas RO2-206m, phase transitoire. Température de l'eau et débit aux exutoires.	48
Planche B-15	Rivière Romaine, cas RO2-206m, phase transitoire avec Romaine-1. Profils longitudinaux mensuels de la température de l'eau dans le tronçon fluvial situés entre la centrale Romaine-2 et le PK 13.	49

[Page laissée intentionnellement vide pour fins de mise en page]

1 Objectif de l'étude

Au cours de l'avant-projet phase 2, plusieurs variantes de chacun des ouvrages ont été évaluées. En particulier, pour Romaine-2, deux variantes du canal d'amenée furent envisagées dans le cadre de l'étude du régime thermique. Il s'est avéré que ces variantes du canal d'amenée avaient un effet appréciablement différent sur le régime thermique du réservoir Romaine-2 et de son aval. Au moment de réaliser l'étude du régime thermique, le choix de variante n'avait pas encore été finalisé. Il fut donc décidé d'évaluer le régime thermique des deux variantes sur un même pied.

Les deux variantes diffèrent par la cote à laquelle le canal d'amenée débouche sur le réservoir. Dans la variante présentement retenue par le projet, le seuil se trouve à la cote de 215 m. Dans la variante qui fut écartée, le seuil se trouvait à la cote de 206 m. Cette annexe fait état de l'étude du régime thermique de cette seconde variante du canal d'amenée de Romaine-2.

Pour simplifier les tableaux et diagrammes, ce cas est nommé ici **RO2-206m**.

Cette annexe reprend en grande partie le même texte que le chapitre du rapport principal qui porte sur le cas du seuil à la cote de 215 m.

Le calcul a montré que le changement de cote du seuil a des effets légers mais perceptibles sur le réservoir Romaine-2 (qui se trouve en amont du canal), sur le tronçon court-circuité, et sur l'aval. L'ensemble des sous-domaines est donc présenté ci-dessous pour le cas RO2-206m. Les informations présentées deviendraient intéressantes s'il y avait lieu d'évaluer à nouveau l'effet du changement de la cote du seuil.

[Page laissée intentionnellement vide pour fins de mise en page]

2 Régime thermique de l'aménagement Romaine-2 et de son aval avec seuil du canal d'amenée à la cote de 206 m

2.1 Réservoir Romaine-2

2.1.1 Description

La création du réservoir Romaine-2 entraîne le rehaussement du plan d'eau de près de 95 m en son point le plus profond. Globalement, le temps de renouvellement de l'eau du réservoir Romaine-2 est de cinq mois et la vitesse d'écoulement moyenne y est lente.

L'exutoire principal du réservoir est la prise d'eau de la centrale qui est reliée au réservoir par un canal d'amenée qui est une tranchée à surface libre. La profondeur du canal en conditions permanentes (marnage de 5 m) varie entre environ 33 et 38 m selon le niveau du réservoir.

2.1.2 Tableaux et diagrammes

La Planche B-1 présente les profils verticaux de température dans le futur réservoir Romaine-2 pour quelques dates d'une année-type.

La Planche B-2 présente la température de l'eau en fonction du temps sous forme d'isothermes au sein du réservoir Romaine-2 pour trois années; les années ont été choisies en fonction de la température moyenne de l'eau aux exutoires en juillet.

Le Tableau B-1 présente les moyennes mensuelles et estivales (juin à septembre) de la température de l'eau dans le réservoir.

2.1.3 Régime thermique

Comme pour les réservoirs Romaine-4 et Romaine-3, la température de l'eau du réservoir Romaine-2 présentera une stratification verticale de type dimyctique, c'est-à-dire avec une stratification thermique en hiver, une isothermie printanière à 4 °C, une stratification thermique en été et une seconde isothermie à 4 °C à l'automne.

Durant l'hiver, il y aura un couvert de glace sur l'ensemble du réservoir sauf à la limite d'amont où arrive l'eau chaude de Romaine-3 et près de la prise d'eau de la centrale. La circulation de l'eau de Romaine-3 dans le réservoir Romaine-2 entraînera l'apparition de

nombreuses zones de glace mince et d'ouvertures de faible étendue. Ailleurs, l'épaisseur du couvert de glace culminera en mars à 0,6 à 0,8 m. La température de l'eau sera de 0 °C au contact entre l'eau et la glace. Au-dessous, il y aura une première couche de 10 à 15 m d'épaisseur, principalement occupée par le l'eau arrivant de Romaine-3, et dont la température variera de 0,6 à 1,8 °C environ. Au-dessous de celle-ci, la température de l'eau augmentera avec la profondeur. Elle atteindra 3 °C à une profondeur pouvant varier selon les années entre 15 et 50 m. Elle atteindra de 3,5 à 3,9 °C dans la partie la plus profonde.

En fin d'avril ou au début de mai, le couvert de glace disparaîtra et l'eau se réchauffera jusqu'à l'atteinte de la température de 4 °C, uniforme sur la verticale. Après cette isothermie, le réchauffement se poursuivra et s'accompagnera de l'apparition de la stratification thermique estivale dès le début de juin.

Durant l'été, la température de l'eau sera relativement homogène sur la tranche supérieure de 6 à 10 m et culminera en fin de juillet ou au début d'août à une valeur de 17 à 21 °C selon l'année. La moyenne de cette valeur sur la période des mois de juin à septembre sera d'environ 15,5 °C. Sous la couche superficielle relativement uniforme, la température de l'eau diminue lorsque la profondeur augmente et se maintient à entre 4 et 5 °C aux profondeurs de 30 m et plus.

Comme pour les réservoirs Romaine-4 et Romaine-3, durant la période de juin à septembre, les variations d'intensité et de direction du vent ont pour effet de déplacer horizontalement la couche superficielle d'eau du réservoir. Ceci engendre des fluctuations de son épaisseur dans le réservoir. Les fluctuations d'épaisseur de la couche superficielle se propagent sous forme d'ondes internes et entraînent des fluctuations de la température de l'eau qui s'observe aux profondeurs inférieures à environ 25 m. De l'eau dont la position d'équilibre se trouve à des profondeurs de 10 à 30 m peut faire surface de sorte que la température observable devient à ce moment nettement plus froide que celle de l'eau superficielle. En septembre, le refroidissement de l'eau s'amorce et s'accompagne d'un approfondissement progressif de la couche superficielle du réservoir.

Durant l'automne, l'atteinte de la température de 4 °C, uniforme sur toute la profondeur, survient vers le 20 novembre en moyenne. Après cette isothermie d'automne, le refroidissement de l'eau se limite progressivement à une couche de plus en plus superficielle et s'accélère tandis que la formation du couvert de glace s'amorce. En fin de novembre ou au début de décembre, on retrouve la situation d'hiver déjà décrite plus haut.

Il y a peu de différence dans le régime thermique entre les cas RO2-215m et RO2-206m. La thermocline d'été est un peu plus profonde avec la variante RO2-206m et la température de l'eau au-dessus de la thermocline est environ 0,5 °C plus froide.

2.2 Évacuateur de crue et tronçon court-circuité de Romaine-2 (PK 83,7 à 90,3)

2.2.1 Description

Le barrage Romaine-2 se trouve au PK 90,3 alors que le canal de fuite de la centrale se trouve au PK 83,7. Entre eux, l'ancien lit de la rivière forme un tronçon court-circuité qui se trouve désormais hors du trajet principal du débit de la Romaine. Ce trajet effectue quelques détours de sorte que sa longueur est de 6,6 km.

Le trajet court-circuité sera alimenté en permanence par un débit réservé provenant de conduites vannées intégrées à la base du coursier de l'évacuateur de crues; en présence de crues, le débit du tronçon court-circuité proviendra des vannes principales de l'évacuateur.

L'eau du réservoir parvient à l'évacuateur par un canal d'amenée dont la profondeur varie approximativement entre 18 et 23 m selon le niveau du réservoir.

2.2.2 Tableaux et diagrammes

La Planche B-3 présente la température de l'eau aux exutoires du réservoir Romaine-2.

Le Tableau B-1 présente les moyennes mensuelles et estivales (juin à septembre) de la température de l'eau aux exutoires.

2.2.3 Régime thermique

Au pied de l'évacuateur, en hiver, de la mi décembre à la mi avril, la température de l'eau se maintiendra entre 0,2 et 3°C. Les moyennes mensuelles de janvier à mars varient d'une année à l'autre autour d'une médiane. La valeur de cette médiane varie entre 1,2 °C (février et mars), et 1,4 °C (janvier). Pour un hiver donné, la température de l'eau varie de façon progressive et peut présenter des fluctuations occasionnelles d'environ $\pm 0,5$ °C. En parcourant le tronçon court-circuité, l'eau se refroidira quelque peu; en décembre, janvier et février, elle se refroidira suffisamment pour se retrouver près du point de congélation à la confluence du tronçon et du cours principal de la Romaine. Le tronçon sera libre de glace sur une bonne partie de son parcours.

Au printemps, l'eau provenant de l'évacuateur commencera à se réchauffer un peu plus tôt que dans les conditions actuelles mais le réchauffement progressera plus lentement. À partir de la fin de mai, l'eau provenant de l'évacuateur sera plus froide que dans les conditions actuelles. À partir de la fin de mai également, l'eau présentera des fluctuations de température associées aux ondes internes du réservoir. Au pied de l'évacuateur, des valeurs transitoires de 4,5 à 10 °C pourront se présenter au début de juin, et de 5 à 17 °C à la fin de juin. Durant son parcours le long du tronçon court-circuité, l'eau se rapprochera d'un équilibre dynamique avec les conditions ambiantes; rendu à la confluence avec le cours principal, elle sera plus chaude et présentera de moins grandes fluctuations qu'au pied de l'évacuateur.

En été, la température de l'eau dans le tronçon court-circuité sera plus froide que celle des conditions actuelles et elle présentera une plage de variabilité plus grande. De façon typique, au pied de l'évacuateur, l'écart avec les conditions actuelles sera de 5 °C en juin, 6 °C en juillet et 4 °C en août; cet écart variera d'année en année. À la fin d'août, la température de l'eau du pied de l'évacuateur culminera vers 16 °C, ce qui sera environ 2 à 3 °C plus froid et environ un mois plus tard que dans les conditions actuelles. Des valeurs transitoires atteignant 9 à 20 °C pourront également se présenter à l'occasion en août. La moyenne de la température de l'eau sur l'été (de juin à septembre) sera d'environ 12 °C, ce qui est environ 2,5 °C plus froid que dans les conditions actuelles à cet endroit.

À partir de septembre, l'eau du tronçon court-circuité commencera à se refroidir mais restera plus chaude qu'en conditions actuelles. Au pied de l'évacuateur, la moyenne mensuelle de septembre sera environ 2 °C plus chaude que celle de la rivière à l'état naturel en septembre, 4 °C en octobre et 4 à 5 °C en novembre. La température d'hiver est atteinte au début de décembre, à une date qui variera selon les années.

2.3 Canal de fuite de la centrale Romaine-2 (PK 83,7)

2.3.1 Description

La centrale Romaine-2 tire de l'eau du réservoir par un canal d'amenée construit en tranchée dans la berge du réservoir. Le canal d'amenée rejoint le réservoir par un seuil dont la cote est à 206 m. L'eau tirée par la centrale provient donc de la *colonne d'eau* se trouvant à l'amont immédiat du canal d'amenée. Sa température sera influencée par la stratification thermique de l'eau du réservoir, telle qu'elle se présente devant le canal d'amenée. C'est cette même eau qui est ensuite restituée au canal de fuite de la centrale, au PK 83,7.

2.3.2 Tableaux et diagrammes

La Planche B-3 présente la température de l'eau aux exutoires du réservoir Romaine-2, incluant celle du canal de fuite.

Le Tableau B-1 présente les moyennes mensuelles et estivales (juin à septembre) de la température de l'eau aux exutoires.

2.3.3 Régime thermique

En hiver, au canal de fuite, de la mi décembre à la mi avril, l'eau se maintiendra au-dessus du point de congélation, entre 1 et 3,5°C avec une moyenne interannuelle d'environ 1,8 à 2,1 °C; elle présentera des fluctuations occasionnelles d'environ $\pm 0,5$ °C.

Au printemps, le réchauffement de l'eau ressemblera à celui de l'eau de l'évacuateur; il commencera un peu plus tôt qu'en rivière et il progressera plus lentement. À partir de la fin de mai, l'eau du canal de fuite sera plus froide que celle de la rivière dans les conditions

actuelles. À partir de la fin de mai également, l'eau présentera des fluctuations de température associées aux ondes internes du réservoir.

En été, la température de l'eau du canal de fuite sera plus basse que celle des conditions actuelles et elle présentera une plage de variabilité plus grande; elle sera aussi un peu plus basse qu'à l'évacuateur. La moyenne mensuelle des mois d'août et de septembre se distribuera autour d'une médiane de 11 à 12 °C. Du point de vue de la moyenne mensuelle, l'écart avec les conditions actuelles sera de -5 °C en juin, -9 °C en juillet et -7 °C en août; cet écart variera d'année en année. La moyenne sur les quatre mois de juin à septembre se distribuera autour d'une valeur médiane d'environ 9,5 °C, ce qui est environ 5 °C plus froid que dans les conditions actuelles à cet endroit. Au canal de fuite, des valeurs transitoires de 4,5 à 12 °C pourront se présenter au début de juin, et de 5 à 17 °C à la fin de juin et de 6 à 20 °C de juillet, de 13 à 19 °C en fin d'août.

À partir du milieu de septembre, l'eau du canal de fuite commencera à se refroidir; ce refroidissement étant plus lent qu'en conditions actuelles, l'eau du canal de fuite deviendra plus chaude que celle des conditions actuelles. L'écart avec les conditions actuelles de la rivière sera d'environ 4 °C en octobre et en novembre et de 2,5 °C en décembre. La température d'hiver est atteinte au début de décembre, à une date qui varie selon les années.

2.4 Tronçon fluvial du réservoir Romaine-1

2.4.1 Description

Le réservoir Romaine-1 s'étend sur 33,2 km, du canal de fuite de la centrale Romaine-2 situé au PK 83,7 au barrage de Romaine-1 situé au PK 50,5. Le réservoir Romaine-1 est alimenté en eau principalement par le réservoir Romaine-2. L'affluent Romaine-Sud-Est ne contribue à une part significative du débit que durant la crue car dans cette situation, le débit à Romaine-2 est diminué de façon à ne pas avoir à le déverser sans production hydroélectrique à Romaine-1; la moyenne mensuelle du débit de mai de la Romaine-Sud-Est est d'environ 50 m³/s.

Le tronçon fluvial du réservoir Romaine-1 occupe les 22 km situés en amont du PK 62, l'écoulement y étant de type fluvial et aucune stratification thermique n'y étant prévue.

2.4.2 Tableaux et diagrammes

La Planche B-4 présente la température de l'eau dans le tronçon fluvial des PK 83,7 à 62 se trouvant à l'amont du réservoir Romaine-1. La Planche B-4 présente également le tronçon fluvial allant du canal de fuite de Romaine-1 jusqu'au PK 13; ce tronçon est décrit plus loin dans le texte.

Le Tableau B-2 présente les moyennes mensuelles et estivales (juin à septembre) de la température de l'eau au PK 62 qui est la limite d'aval du tronçon fluvial de Romaine-1.

2.4.3 Régime thermique

Dans le tronçon fluvial des PK 83,7 à 62, la température de l'eau passe progressivement de celle du canal de fuite de Romaine-2, déjà décrite plus haut, à celle du PK 62.

L'hiver est pris ici comme étant les mois de décembre à avril. En hiver, la médiane des moyennes mensuelles passe, selon le mois, de 1,8 à 2 °C au PK 83,7 à entre 0,5 et 2 °C au PK 62 (voir le Tableau B-2). Le tronçon fluvial ne présente habituellement pas de couvert de glace même s'il peut y avoir de la glace de rive. Par temps plus froid, l'eau atteint fréquemment le point de congélation peu avant d'arriver au PK 62; par temps très doux, elle conserve une température voisine de celle du PK 83,7 (voir la Planche B-4). En janvier, typiquement, l'eau se refroidit d'environ 1,5°C durant son transit du PK 83,7 au PK 62. Ce refroidissement décroît en février, mars et avril car les conditions ambiantes deviennent progressivement moins rigoureuses.

Au printemps, le réchauffement de l'eau s'amorce en mai. De mai à août, au PK 62, la température de l'eau est en moyenne un peu plus chaude qu'au PK 83,7; l'écart moyen varie entre 0,5 à 1 °C selon le mois. Septembre est un mois d'équilibre où l'eau reste à peu près à la même température le long du tronçon fluvial. En octobre et novembre, le refroidissement de l'eau du PK 62 par rapport au PK 83,7 s'accroît et atteint environ 1 °C en fin de novembre. Le régime d'hiver est établi en décembre.

2.5 Tronçon en lac du réservoir Romaine-1

2.5.1 Description

Le tronçon en lac du réservoir Romaine-1 occupe les 11 km d'aval de ce réservoir, du PK 62 au PK 50,5.

La profondeur et la largeur en eau y sont plus grandes qu'en amont et plus typiques de celles d'un réservoir. À l'amont immédiat du barrage Romaine-1 la profondeur atteint 31,7 m, correspondant au relèvement du niveau de l'eau de la cote 50,6 m dans les conditions actuelles à la cote de 82,3 m au niveau maximum d'exploitation. Le temps de renouvellement global est évalué à 6 jours et la vitesse d'écoulement en réservoir est non-négligeable. Une certaine stratification thermique d'hiver et d'été se manifesterait bien qu'elle sera moins prononcée que dans les autres réservoirs du complexe Romaine.

2.5.2 Tableaux et diagrammes

La Planche B-5 montre les profils verticaux de température dans le réservoir Romaine-1 pour quelques dates d'une année-type.

La Planche B-6 présente la température de l'eau au sein du réservoir Romaine-1 pour les trois années qui ont été retenues plus haut pour le cas du réservoir Romaine-2.

Le Tableau B-2 présente les moyennes mensuelles et estivales (juin à septembre) de la température de l'eau au PK 62 qui est le point d'entrée de l'eau dans le réservoir, et celle des nappes superficielle (les 4 m près de la surface) et profonde (de 15 m de profondeur au fond).

2.5.3 Régime thermique du réservoir RO-1

En hiver, sur le tronçon en lac, il y aura un couvert de glace érodé présentant des zones de glace mince d'étendue variable. Il y aura une couche superficielle de 15 à 20 m d'épaisseur qui sera occupée par l'eau traversant le réservoir, et dont la température variera de 0 à 1,5 °C environ, en fonction des conditions ambiantes des jours et semaines précédentes. Dans les 10 à 15 m les plus profonds du réservoir, il y aura de l'eau dont la température variera d'une année à l'autre entre 1,4 et 3,1 °C.

Au printemps, le réchauffement de l'eau du réservoir Romaine-1 reflète directement celui de l'eau qui arrive par le PK 62, déjà décrit ci-dessus. Il débute en avril; en mai, le réservoir reste isotherme de façon prolongée tandis que la température de l'eau passe d'environ 2,5 °C à environ 6,5 °C au PK 62; il y a une légère stratification près du fond qui isole l'eau la plus profonde de l'eau en transit.

En juin, une certaine stratification thermique apparaît; elle est due à l'arrivée d'eau plus chaude en provenance de RO-2 et de l'affluent Romaine-Sud-Est. Durant l'été (juin à septembre), l'eau qui traverse le réservoir occupe les 15 à 20 m superficiels. On peut en suivre l'évolution sur la Planche B-5. Sa température passe d'environ 7 °C en moyenne au premier juin à environ 14 °C au début d'août, puis à environ 12 °C à la fin de septembre. L'eau sous-jacente reste captive et sa température n'évolue que peu. Le réservoir Romaine-1 ne présente pas d'ondes internes importantes pour la température de l'eau, contrairement aux autres réservoirs de la Romaine à cause de la profondeur de la couche d'eau en transit et de la faible emprise au vent que présente le plan d'eau. Épisodiquement, en juillet et août, il se forme néanmoins une couche superficielle plus chaude soit par baisse du mélange vertical dû à une accalmie du vent, soit par réchauffement par le soleil et le contact de l'air.

L'isothermie automnale débute à une température de l'eau de 7 à 10 °C vers la fin d'octobre. La température de 4°C sera atteinte en moyenne à la mi-novembre. L'isothermie se maintient jusqu'aux premières périodes froides de la fin de novembre à une température de 2,5 à 3 °C. La stratification thermique hivernale apparaît ensuite telle que décrite plus haut.

2.6 Exutoires du réservoir Romaine-1

2.6.1 Description

Le réservoir Romaine-1 présente deux exutoires:

- le canal d'amenée de la centrale dont le seuil au réservoir est à la cote de 77 m et dont le débit rejoint le canal de fuite de la centrale Romaine-1;
- le canal d'amenée de l'évacuateur de crue, dont le seuil au réservoir est à la cote de 65 m.

En situation normale, seule la centrale laisse passer un débit significatif.

2.6.2 Tableaux et diagrammes

La Planche B-7 présente le cycle annuel de la température de l'eau aux exutoires du réservoir Romaine-1.

Le Tableau B-2 présente les moyennes mensuelles et estivales (juin à septembre) de la température de l'eau aux deux exutoires.

2.6.3 Régime thermique au canal de fuite

En hiver (de décembre à avril), dans les conditions actuelles, la température de l'eau en rivière est à peu près zéro (Tableau B-2). En conditions futures, de décembre à avril, la médiane de la moyenne mensuelle au canal de fuite varie entre 0,7 et 1,9 °C selon le mois. Il peut y avoir des mois d'hivers particulièrement froids du point de vue de la température de l'eau et la moyenne mensuelle varierait alors entre 0,1 et 1,5 °C selon le mois; lors de mois d'hivers particulièrement doux, elle varierait entre 1,5 et 2,8 °C selon le mois.

Au printemps, en mai et juin, le réchauffement de l'eau progresse. Selon le cycle de la médiane de la Planche B-7, la température médiane de l'eau passe d'environ 3 °C au début de mai à 7 °C à la fin de mai.

En été, la médiane de la température de l'eau passe par 7 °C au début de juin à 10 °C à la fin de juin puis culmine à la mi août vers 13 °C, ce qui est environ 6 °C plus froid et deux semaines plus tard que dans les conditions actuelles. La moyenne d'été de la température de l'eau (de juin à septembre) est de 11 °C, ce qui est environ 3,5 °C plus bas que la moyenne de 14,5 °C environ dans les conditions actuelles. La stratification thermique estivale du réservoir Romaine-1 est insuffisante pour qu'il y ait de fortes fluctuations de température aux exutoires. Une partie des fluctuations qui apparaissent à l'aval immédiat de Romaine-1 sont une répercussion atténuée des fluctuations de température de l'eau apparues à Romaine-2 et laminées par Romaine-1; à cela s'ajoutent les effets météorologiques sur le réservoir Romaine-1 lui-même, principalement dans sa partie fluviale. La Planche B-7 présente une enveloppe de variabilité qui a été calculée en supposant une amplitude d'oscillations de la thermocline d'été de 8 m (16 m crête à crête) qui est trop élevée pour le cas de Romaine-1 et qui donne ici un portrait un peu exagéré de la variabilité aux exutoires. En septembre, le refroidissement de l'eau s'accroît mais il est plus lent qu'en rivière.

À partir de la mi-septembre en moyenne, l'eau issue du réservoir apparaît comme plus chaude que celle de la rivière en conditions actuelles parce qu'elle se refroidit plus

lentement. La température de l'eau franchit les 11 °C en début d'octobre, puis 7 °C en début de novembre et les conditions d'hiver sont atteintes en fin de novembre.

2.6.4 Régime thermique à l'évacuateur de crue

La plupart du temps, l'évacuateur a un débit nul. La plupart des évacuations auront lieu lors de la crue printanière, en mai et juin, et en fin d'automne. Dans cette situation, il y a peu de stratification dans le réservoir, et la température de l'eau est la même aux deux exutoires, à une fraction de °C près. Il est rare qu'il entre en opération en hiver et en été. Lorsque cela se produit, l'eau émise par l'évacuateur est environ 0,1 °C plus chaude en hiver et de 0,5 à 1 °C plus froide en été que l'eau émise par la centrale.

Les diagrammes et tableaux ont été calculés en supposant qu'il y avait toujours un débit de quelques m³/s sinon la température de l'eau y serait indéfinie. Ceci a cependant pour résultat d'attribuer à cet exutoire une valeur de température de l'eau un peu plus froide en été et un peu plus chaude en hiver que ce qu'on y trouverait en présence d'ouverture des vannes de l'évacuateur. Cela permet d'évaluer simplement que l'utilisation de l'évacuateur ne modifierait pas grandement le régime thermique à l'aval immédiat de Romaine-1.

2.7 Rivière Romaine en aval de Romaine-1

2.7.1 Tableaux et diagrammes

La Planche B-4 (déjà introduite plus haut pour le tronçon fluvial du réservoir Romaine-1) présente la température de l'eau dans la rivière Romaine entre Romaine-1 et le PK 13 de la rivière.

Le Tableau B-3 présente les moyennes mensuelles et estivales (juin à septembre) de la température de l'eau aux PK 50,5, 35 et 16.

2.7.2 Régime thermique

En coulant vers l'aval, l'écart entre la température de l'eau des conditions futures et actuelles ira en diminuant. Ainsi, en conditions futures, en s'éloignant de Romaine-1 vers l'aval, l'eau se réchauffera en été et se refroidira en hiver.

En hiver, au PK 35, l'eau reste habituellement au point de congélation de la mi-décembre à la mi-février. Au PK 16, elle reste habituellement au point de congélation du début de décembre à la mi-mars. Habituellement, le point de congélation atteint sa position la plus en amont en janvier, entre les PK 38 et 48.

Au printemps, le réchauffement de l'eau débute de six semaines plus tôt que dans les conditions actuelles aux PK 16 et 35. Au début de mai, en moyenne, la température de l'eau dépasse celle des conditions actuelles par environ 4 °C. Le réchauffement progresse cependant plus lentement de sorte que les moyennes de la température de l'eau des

conditions futures et actuelles se rejoignent vers 7 °C le dernier jour de mai. Par la suite, l'eau est plus froide qu'en conditions actuelles.

En été, la température de l'eau culmine en moyenne à peu près au même moment que dans les conditions actuelles à une valeur qui est de 3 à 4 °C plus basse. La moyenne de la température de l'eau sur les mois de juin à septembre sera d'environ 11,8 °C au PK 35 et d'environ 12,5 °C au PK 16, ce qui est respectivement 2,7 °C et 2 °C plus bas que la moyenne de 14,5 °C évaluée pour les conditions actuelles. La température moyenne de septembre sera à peu près la même que dans les conditions actuelles alors que celles d'octobre et de novembre seront de 2 °C à 2,5 °C plus chaudes que celles des conditions actuelles.

Durant l'automne, le refroidissement de l'eau progresse plus lentement que dans les conditions actuelles et se traduit par un écart de 2 à 3 °C en octobre et au début de novembre, où l'eau des conditions futures est plus chaude que celle des conditions actuelles. Le point de congélation sera atteint vers la première semaine de décembre au PK 35 et vers le dernier jour de novembre au PK 16. Par la suite, le régime thermique d'hiver est celui qui a déjà été décrit plus haut.

Dans l'ensemble, l'évolution saisonnière de la température de l'eau du tronçon situé à l'aval de l'aménagement Romaine-1 présente une courbe en cloche qui débute plus tôt, est plus basse et se termine plus tard dans les conditions futures que dans les conditions actuelles.

Le calcul des degrés-jours de fonte de la température de l'eau au PK 16 donne les valeurs suivantes :

conditions futures (RO2-206m)	2180 °C-j
conditions actuelles	2040 °C-j

Ce calcul a été effectué avec les valeurs mensuelles de la médiane du Tableau B-3 pour les conditions futures et pour les conditions actuelles du PK 16; chaque valeur est pondérée par le nombre de jours du mois. On obtient à peu près le même résultat en utilisant la moyenne mensuelle (qui n'est pas inscrite au tableau).

Un résultat similaire s'obtient pour le PK 35.

L'écart entre ces deux valeurs est suffisamment petit pour qu'on puisse en retenir que le total des degrés-jours de fonte est peu modifié par la présence de l'aménagement.

3 Conditions transitoires

3.1 Exploitation de Romaine-2 seul – Cas RO2-206m

3.1.1 Description de l'aménagement

Dans la première phase d'exploitation du complexe Romaine qui est envisagé pour l'avant-projet phase II, l'aménagement Romaine-2 est exploité seul. Durant cette phase, il est prévu que le réservoir soit exploité avec un marnage maximal de 19 m.

Ainsi, le réservoir Romaine-2 en phase transitoire diffère du réservoir Romaine-2 en phase permanente par son marnage et par le fait que ses affluents sont des rivières non régularisées, dont le régime thermique est celui des conditions actuelles.

Dans les évaluations données ci-dessous, le seuil du canal d'amenée de la centrale Romaine-2 est à la cote de 206 m.

3.1.2 Tableaux et diagrammes

La Planche B-8 présente des profils verticaux instantanés de la température de l'eau dans le réservoir Romaine-2 ainsi que le cycle annuel de la température de l'eau de la nappe superficielle et la nappe profonde.

La Planche B-9 présente la température de l'eau au sein du réservoir pour trois années-type. Ces années ont été choisies en fonction de la température moyenne de l'eau aux exutoires de Romaine-2 en été, pour les conditions permanentes; ce choix a été conservé ici afin de faciliter la comparaison entre ces cas car ils partagent la même météorologie et la même hydrologie.

La Planche B-10 présente la température de l'eau aux exutoires du réservoir Romaine-2.

La Planche B-11 présente la température de l'eau en rivière en aval de la centrale Romaine-2 et alors que l'aménagement Romaine-1 n'a pas été mis en service.

Le Tableau B-4 présente les moyennes mensuelles et estivales (juin à septembre) de la température de l'eau à Romaine-2 (canal de fuite et évacuateur de crue) et aux PK 51, 35 et 16 de la rivière Romaine.

3.1.3 Régime thermique du réservoir Romaine-2

Aux exutoires du réservoir Romaine-2, dans les conditions transitoires, la température de l'eau est légèrement plus froide (0,1 à 0,2 °C) en hiver et légèrement plus chaude (0,5 °C) en été que dans les conditions permanentes. Ceci s'explique, dans les grandes lignes par le fait que la totalité du débit d'apport provient de rivières non aménagées.

En hiver, le fait d'avoir des affluents non régulés aura pour conséquences que le réservoir aura le couvert de glace d'un lac sur toute son étendue jusqu'à l'amont, sauf peut-être sur une courte distance à l'amont immédiat du canal d'amenée de la centrale.

3.1.4 Régime thermique du tronçon court-circuité

Le régime thermique de l'eau au pied de l'évacuateur et le long du tronçon court-circuité sera à peu près identique à celui des conditions permanentes d'exploitation, déjà décrit à la section 2.2.

3.1.5 Régime thermique en rivière en aval de Romaine-2 seul

En hiver, sur le cours de la rivière se trouvant à l'aval de Romaine-2, le point de congélation est atteint nettement plus en amont que dans les conditions permanentes. Ceci est dû, d'une part, à ce que les 11 km en lac du réservoir Romaine-1 sont ici en rivière, et d'autre part, à l'absence du volume d'eau du réservoir car ce volume retarde le refroidissement de l'eau en début d'hiver.

En été, en termes de moyennes mensuelles, la température de l'eau le long de la rivière Romaine reste froide comparé aux conditions actuelles et ressemble de près à celles des conditions permanentes en présence de Romaine-1. En termes de valeurs instantanées, il est prévu que les bornes de la variabilité sont les plus grandes près de Romaine-2 et vont en décroissant vers l'aval comme dans les conditions permanentes. L'absence du réservoir Romaine-1 permet à cet ajustement de se produire plus en amont.

3.2 Exploitation de Romaine-2 et Romaine-1

3.2.1 Description de l'aménagement

Le début de l'avant-projet phase 2 a envisagé une seconde phase d'exploitation en conditions transitoires durant laquelle les aménagements Romaine-2 et Romaine-1 sont exploités en tandem et en l'absence complète des aménagements Romaine-3 et Romaine-4.

Le réservoir Romaine-1 est exploité comme une centrale au fil de l'eau. Le mode d'exploitation de Romaine-2 est le même que pour le cas où Romaine-2 est seul.

Ainsi, le régime thermique dans le réservoir Romaine-2 et à ses exutoires est le même que pour le cas où Romaine-2 est exploité seul (section précédente).

Sur le tronçon fluvial se trouvant entre Romaine-2 et le PK 62, le régime thermique est également le même que dans le cas où Romaine-2 est exploité seul. Du point de vue du régime thermique, la présence de l'aménagement Romaine-1 ne se fait sentir qu'en aval du PK 62, où se rencontrent des conditions hydrauliques de réservoir (avec Romaine-1) plutôt que de rivière (sans Romaine-1).

On notera que la durée de l'étape d'exploitation de Romaine-1 et Romaine-2 seules sera brève, selon l'échéancier qui est prévu. La centrale Romaine-1 sera probablement encore en rodage lorsque commenceront les préparatifs pour le remplissage du réservoir Romaine-3. Le cas de simulation sur vingt années qui est présenté ici est donc un exercice pour dégager les tendances du régime thermique plutôt que pour le prévoir en détail.

3.2.2 Tableaux et diagrammes

La Planche B-12 présente des profils verticaux de la température de l'eau dans le réservoir Romaine-1 durant une année-type ainsi que le cycle annuel de la température de l'eau superficielle et profonde.

La Planche B-13 présente l'évolution de la température de l'eau dans le réservoir Romaine-1 pour trois années-type à l'aide de diagrammes d'isothermes en fonction du temps.

La Planche B-14 présente la température de l'eau aux exutoires du réservoir Romaine-1. Pour l'évacuateur de crue, il a été supposé qu'il y avait en permanence un débit de quelques m³/s afin que la température de l'eau y reste définie; ceci tend à donner des valeurs un peu plus chaude en hiver et un peu plus froide en été que si l'on tient compte seulement des déversements, mais de toute façon cette contribution au régime thermique d'aval reste négligeable comparée à celle de la centrale.

La Planche B-15 présente des profils longitudinaux mensuels le long de la rivière Romaine, de Romaine-2 au PK 13.

Le Tableau B-5 présente les moyennes mensuelles et estivales (juin à septembre) de la température de l'eau aux PK 51, 35 et 16.

3.2.3 Régime thermique du réservoir Romaine-1 et à son aval

Dans les conditions transitoires avec Romaine-2 et Romaine-1, sur la Romaine en aval de Romaine-1, la température de l'eau ressemble de près à celle des conditions permanentes; elle est plus froide en hiver de quelques dixièmes de °C là où elle est au-dessus du point de congélation; en été, elle est plus chaude d'une fraction de °C.

[Page laissée intentionnellement vide pour fins de mise en page]

4 Tableaux

[Page laissée intentionnellement vide pour fins de mise en page]

Tableau B-1 Réservoir Romaine-2. Cas RO2-206m. Moyennes mensuelles et moyenne estivale de la température de l'eau.

	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Été
--	------	------	------	-------	-----	------	-------	------	------	------	------	------	-----

Nappe superficielle. Cas RO2-206m.

Médiane	1,0	1,1	1,1	1,4	3,9	11,2	17,2	18,5	15,5	10,9	5,4	1,3	15,6
Basse	0,6	0,6	0,7	1,0	3,2	9,6	15,7	16,7	14,1	8,8	2,8	0,6	14,4
Haute	1,7	1,7	1,7	2,0	5,4	14,2	18,1	19,6	17,8	12,1	7,0	2,2	17,0

Nappe profonde. Cas RO2-206m.

Médiane	3,4	3,3	3,2	3,2	3,8	4,7	5,4	6,2	6,7	6,0	4,8	3,5	5,7
Basse	3,0	2,9	2,8	2,9	3,6	4,4	4,9	5,7	6,0	5,4	3,9	3,1	5,4
Haute	4,0	3,9	3,8	3,8	4,1	5,1	5,7	6,6	7,2	6,4	5,3	4,0	6,1

Centrale Romaine-2, canal de fuite. Cas RO2-206m.

Médiane	2,1	1,9	1,7	1,8	3,6	6,4	8,1	10,9	12,1	9,5	4,9	2,4	9,4
Basse	1,3	1,2	1,2	1,2	1,7	4,8	5,3	7,9	10,1	5,4	1,5	1,3	8,2
Haute	3,5	3,2	2,9	2,9	6,0	8,1	10,5	13,2	13,9	13,7	8,6	4,4	10,4

Évacuateur de crue de Romaine-2. Cas RO2-206m.

Médiane	1,4	1,2	1,2	1,4	3,7	7,9	11,6	15,1	14,4	10,4	5,2	2,1	12,2
Basse	0,6	0,7	0,7	1,0	3,2	5,9	10,4	13,3	13,5	8,3	2,9	0,6	11,1
Haute	3,1	2,2	1,8	2,0	4,2	9,1	13,3	16,5	16,1	11,4	6,6	3,5	13,6

Rivière Romaine au PK 51. Conditions actuelles.

Médiane	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	10,9	17,1	17,5	12,7	5,7	0,6	0,0	14,3
Basse	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	8,6	15,0	16,1	10,5	4,2	0,0	0,0	13,4
Haute	0,0	0,0	0,0	0,1	5,3	13,7	18,2	19,6	15,6	8,2	1,5	0,0	16,2

Notes:

- Fréquemment, la nappe superficielle ne recouvre pas le réservoir au complet.
- En hiver, les valeurs observables pourraient s'écarter de $\pm 50\%$ de la moyenne sur 4 m de profondeur qui est présentée ici.
- La précision de la valeur de la moyenne est évaluée à environ $\pm 0,5$ °C en hiver et à environ $\pm 1,5$ °C en été.
- La valeur d'été est la moyenne des mois de juin, juillet, août et septembre de chacune des années.
- Le nombre de chiffres après la virgule n'est pas une indication de la précision.

Tableau B-2 Réservoir Romaine-1. Cas RO2-206m. Moyennes mensuelles et estivale de la température de l'eau.

	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Été
Réservoir Romaine-1, PK 62 - Cas RO2-206m													
Médiane	0,7	0,9	1,4	2,1	4,2	7,4	9,6	11,7	12,2	9,1	4,0	1,2	10,1
Basse	0,0	0,2	0,8	1,7	3,7	6,4	8,6	10,6	10,8	7,3	2,0	0,3	9,4
Haute	1,8	1,6	2,0	3,0	4,8	8,0	10,3	12,6	13,9	10,0	5,7	2,4	11,1
Nappe superficielle du réservoir Romaine-1 - Cas RO2-206m													
Médiane	0,5	0,6	1,1	1,8	5,2	9,4	13,2	14,4	13,3	9,2	3,6	1,0	12,5
Basse	0,0	0,2	0,5	1,2	4,4	8,4	11,7	13,5	11,8	7,3	1,6	0,3	11,7
Haute	1,4	1,3	1,6	2,9	6,0	10,3	14,9	15,4	15,3	10,2	5,4	2,1	13,6
Nappe profonde du réservoir Romaine-1 - Cas RO2-206m													
Médiane	2,3	2,0	2,0	2,4	4,3	6,3	8,2	9,4	9,8	8,3	4,0	2,4	8,4
Basse	1,7	1,4	1,5	1,8	3,9	5,7	6,6	6,9	7,6	6,9	2,4	1,9	6,8
Haute	3,1	2,8	2,6	2,9	4,8	8,0	9,8	11,1	11,7	9,6	5,7	3,3	10,1
Centrale Romaine-1, canal de fuite - PK 50,5 de la Romaine - Cas RO2-206m													
Médiane	0,7	0,8	1,2	1,9	4,9	8,5	11,4	12,9	12,5	8,9	3,4	1,2	11,2
Basse	0,1	0,2	0,7	1,5	4,3	7,6	9,8	12,0	11,4	7,0	1,6	0,5	10,5
Haute	1,7	1,5	1,8	2,8	5,5	9,2	13,3	13,9	14,4	9,7	5,2	2,3	12,2
Rivière Romaine au PK 51. Conditions actuelles.													
Médiane	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	10,9	17,1	17,5	12,7	5,7	0,6	0,0	14,3
Basse	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	8,6	15,0	16,1	10,5	4,2	0,0	0,0	13,4
Haute	0,0	0,0	0,0	0,1	5,3	13,7	18,2	19,6	15,6	8,2	1,5	0,0	16,2

Notes:

- Fréquemment, la nappe superficielle ne recouvre pas le réservoir au complet.
- En hiver, les valeurs observables pourraient s'écarter de $\pm 50\%$ de la moyenne sur 4 m de profondeur qui est présentée ici.
- La précision de la valeur de la moyenne est évaluée à environ $\pm 0,5$ °C en hiver et à environ $\pm 1,5$ °C en été.
- La valeur d'été est la moyenne des mois de juin, juillet, août et septembre de chacune des années.
- Le nombre de chiffres après la virgule n'est pas une indication de la précision.

Tableau B-3 Rivière Romaine en aval de l'aménagement Romaine-1. Cas RO2-206m. Moyennes mensuelles et estivale de la température de l'eau.

	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Été
--	------	------	------	-------	-----	------	-------	------	------	------	------	------	-----

PK 50,5 de la rivière Romaine - Centrale Romaine-1, canal de fuite - Conditions futures - Cas RO2-206m

Médiane	0,7	0,8	1,2	1,9	4,9	8,5	11,4	12,9	12,5	8,9	3,4	1,2	11,2
Basse	0,1	0,2	0,7	1,5	4,3	7,6	9,8	12,0	11,4	7,0	1,6	0,5	10,5
Haute	1,7	1,5	1,8	2,8	5,5	9,2	13,3	13,9	14,4	9,7	5,2	2,3	12,2

PK 35 de la rivière Romaine - Conditions futures - Cas RO2-206m

Médiane	0,1	0,3	1,0	2,3	5,4	9,0	12,3	13,5	12,4	8,7	3,1	0,5	11,8
Basse	0,0	0,1	0,5	1,7	4,6	8,1	10,5	12,3	11,2	6,9	1,2	0,1	10,8
Haute	0,6	0,9	1,5	3,0	6,0	9,7	14,7	14,2	14,3	9,7	4,8	1,3	12,5

PK 16 de la rivière Romaine - Conditions futures - Cas RO2-206m

Médiane	0,1	0,1	0,9	2,7	6,1	9,8	13,3	14,3	12,7	8,6	2,7	0,2	12,5
Basse	0,0	0,0	0,5	2,1	5,2	8,9	11,4	13,0	11,6	6,7	0,9	0,0	11,5
Haute	0,1	0,6	1,4	3,4	6,6	10,5	16,2	15,0	14,6	9,6	4,3	0,5	13,2

PK 51 de la rivière Romaine - Conditions actuelles

Médiane	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	10,9	17,1	17,5	12,7	5,7	0,6	0,0	14,3
Basse	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	8,6	15,0	16,1	10,5	4,2	0,0	0,0	13,4
Haute	0,0	0,0	0,0	0,1	5,3	13,7	18,2	19,6	15,6	8,2	1,5	0,0	16,2

PK 16 de la rivière Romaine - Conditions actuelles

Médiane	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	10,5	16,8	17,4	12,8	6,1	0,7	0,0	14,4
Basse	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	8,1	14,8	16,1	10,7	4,5	0,0	0,0	13,2
Haute	0,0	0,0	0,0	0,1	5,1	13,3	18,0	19,5	15,7	8,5	1,7	0,0	16,0

- Les valeurs qualifient les moyennes mensuelles calculées sur une période de 20 années.
- Le nombre de chiffres après la virgule n'est pas une indication de la précision absolue; il sert à indiquer les tendances.
- La précision de la médiane est évaluée à environ ± 50 % de décembre à avril et à environ $\pm 1,5$ °C le reste de l'année. L'été représente ici la moyenne des valeurs de juin, juillet, août et septembre d'une année donnée.

Tableau B-4 Aménagement Romaine-2 et rivière Romaine en conditions transitoires (absence de Romaine-4 et de Romaine-3, marnage de 19 m), en l'absence de Romaine-1, cas RO2-206m. Moyennes mensuelles de la température de l'eau aux exutoires et à l'aval.

	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Été
--	------	------	------	-------	-----	------	-------	------	------	------	------	------	-----

Centrale Romaine-2, canal de fuite

Médiane	2,1	1,8	1,6	1,5	3,2	6,6	9,0	12,1	12,4	9,0	4,4	2,3	9,8
Basse	1,2	1,1	1,0	1,1	2,7	5,6	8,2	10,9	11,1	7,3	2,9	1,4	9,2
Haute	3,2	2,7	2,3	2,1	4,2	8,1	11,2	13,4	13,8	9,9	6,0	3,4	11,3

Évacuateur de crue de Romaine-2

Médiane	1,1	0,5	0,5	0,4	3,1	8,6	13,2	16,3	15,1	10,0	4,3	1,6	13,2
Basse	0,4	0,3	0,4	0,3	2,3	7,2	11,4	14,5	13,5	7,9	2,0	0,6	12,1
Haute	2,9	1,8	0,9	0,9	4,3	11,9	17,0	17,7	16,5	11,1	6,2	3,3	15,2

PK 51

Médiane	0,2	0,3	1,3	2,7	4,6	8,2	11,0	13,0	12,5	8,8	3,4	0,7	11,1
Basse	0,1	0,1	0,7	1,9	3,8	7,2	10,2	12,0	11,2	7,3	1,5	0,1	10,4
Haute	1,1	1,5	1,9	3,3	5,5	9,3	13,0	14,5	14,2	10,0	5,7	1,8	12,5

PK 35

Médiane	0,1	0,1	1,1	3,2	5,3	8,8	11,7	13,6	12,7	8,6	3,1	0,3	11,6
Basse	0,0	0,0	0,6	2,2	4,4	7,6	10,8	12,6	11,4	7,2	1,2	0,0	10,9
Haute	0,5	1,1	1,9	3,8	6,0	9,8	13,7	14,9	14,5	10,2	5,5	1,1	12,9

PK 16

Médiane	0,0	0,1	1,2	3,8	6,3	9,5	12,8	14,3	12,9	8,4	2,8	0,1	12,3
Basse	0,0	0,0	0,5	2,5	5,2	8,1	11,7	13,4	11,6	7,0	0,9	0,0	11,5
Haute	0,2	0,8	2,0	4,5	6,9	10,6	14,8	15,6	14,9	10,3	5,3	0,6	13,6

- Les valeurs basses et hautes ont été calculées sur une période de 20 années à partir des valeurs journalières.
- Le nombre de chiffres après la virgule aide à indiquer les tendances et n'est pas une indication de la précision absolue.
- La précision de la valeur de la moyenne est évaluée à environ $\pm 0,5$ °C en hiver et à environ $\pm 1,5$ °C en été.

Tableau B-5 Aménagement Romaine-1 et rivière Romaine en conditions transitoires (absence de Romaine-4 et de Romaine-3, marnage de 19 m à Romaine-2), cas RO2-206m. Moyennes mensuelles de la température de l'eau aux exutoires et à l'aval.

Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Été
------	------	------	-------	-----	------	-------	------	------	------	------	------	-----

Centrale Romaine-1, canal de fuite

Médiane	0,7	0,5	1,1	1,9	4,9	8,5	11,7	13,3	12,4	8,6	3,1	1,2	11,4
Basse	0,2	0,2	0,7	1,4	4,0	7,4	10,4	12,3	11,2	6,9	1,4	0,5	10,6
Haute	1,7	1,8	1,8	2,6	5,6	9,5	13,5	14,6	14,3	9,6	4,9	2,2	12,7

PK 35

Médiane	0,0	0,0	0,4	1,7	4,5	7,6	10,9	12,8	11,4	6,8	1,0	0,1	11,8
Basse	0,1	0,1	1,0	2,3	5,4	9,0	12,3	13,8	12,6	8,6	2,9	0,5	11,0
Haute	0,6	1,1	1,5	3,0	6,1	10,0	14,2	15,0	14,5	9,5	4,5	1,4	13,1

PK 16

Médiane	0,2	0,4	2,5	4,6	8,1	12,2	16,0	17,0	14,8	11,3	5,8	0,9	14,8
Basse	0,0	0,1	1,3	3,8	6,2	10,6	14,1	15,6	13,5	9,5	3,3	0,1	13,8
Haute	1,2	2,6	3,4	5,8	9,5	13,8	17,3	18,0	16,9	13,0	7,2	2,0	16,3

[Page laissée intentionnellement vide pour fins de mise en page]

5 Planches

[Page laissée intentionnellement vide pour fins de mise en page]

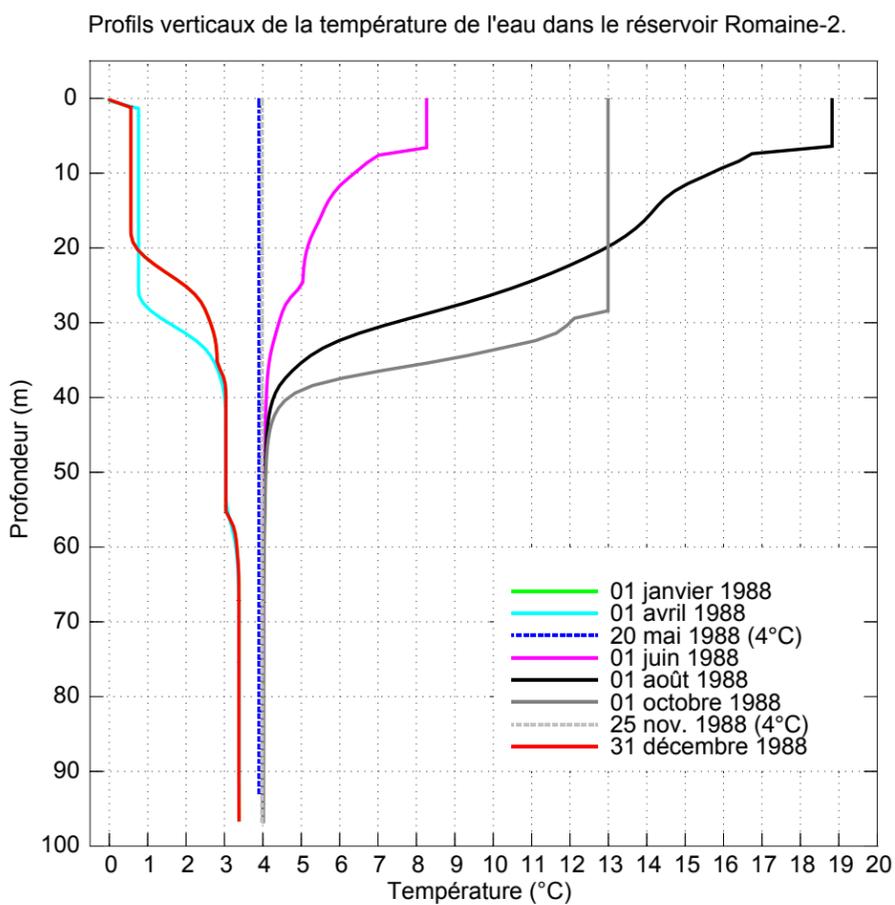
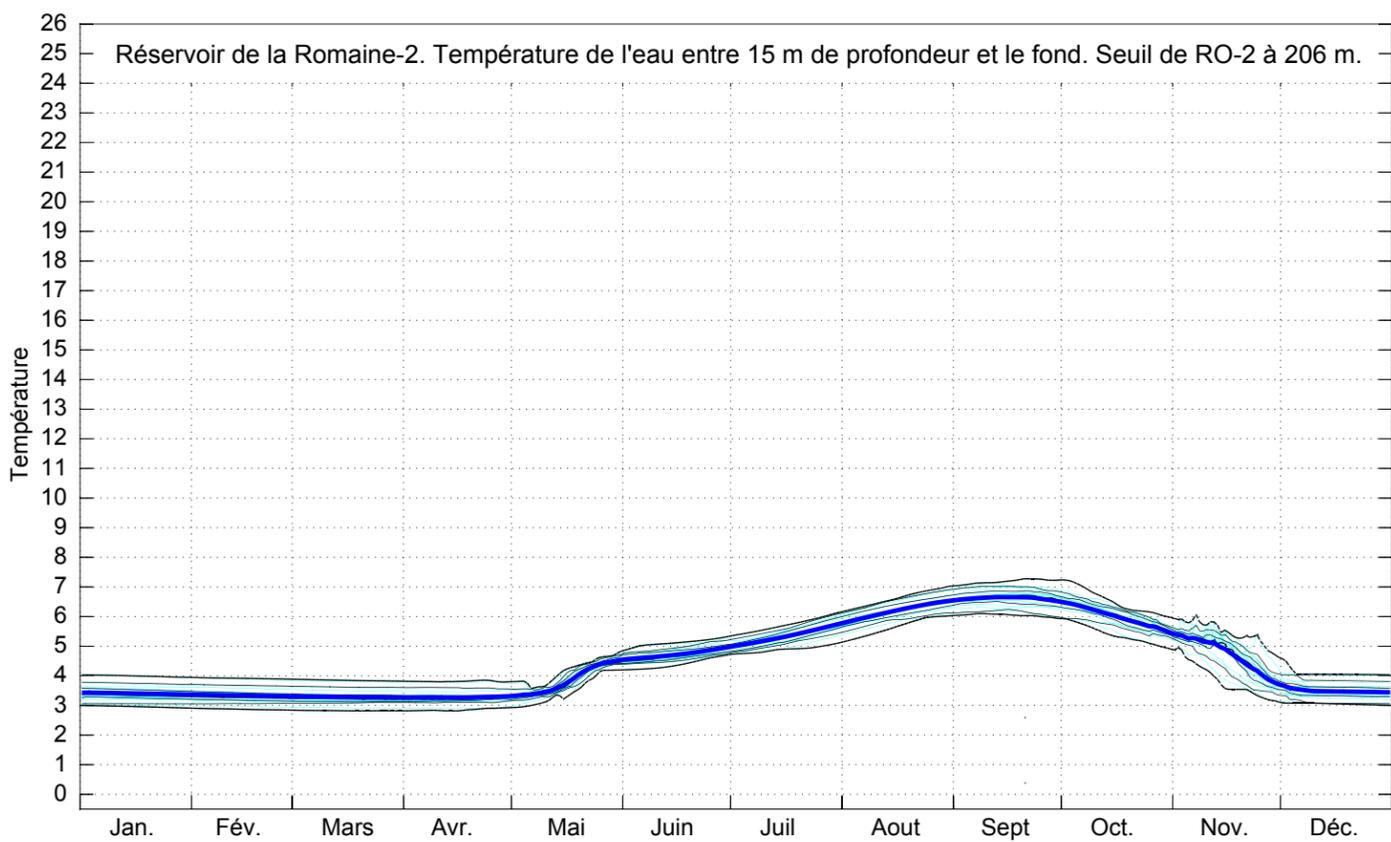
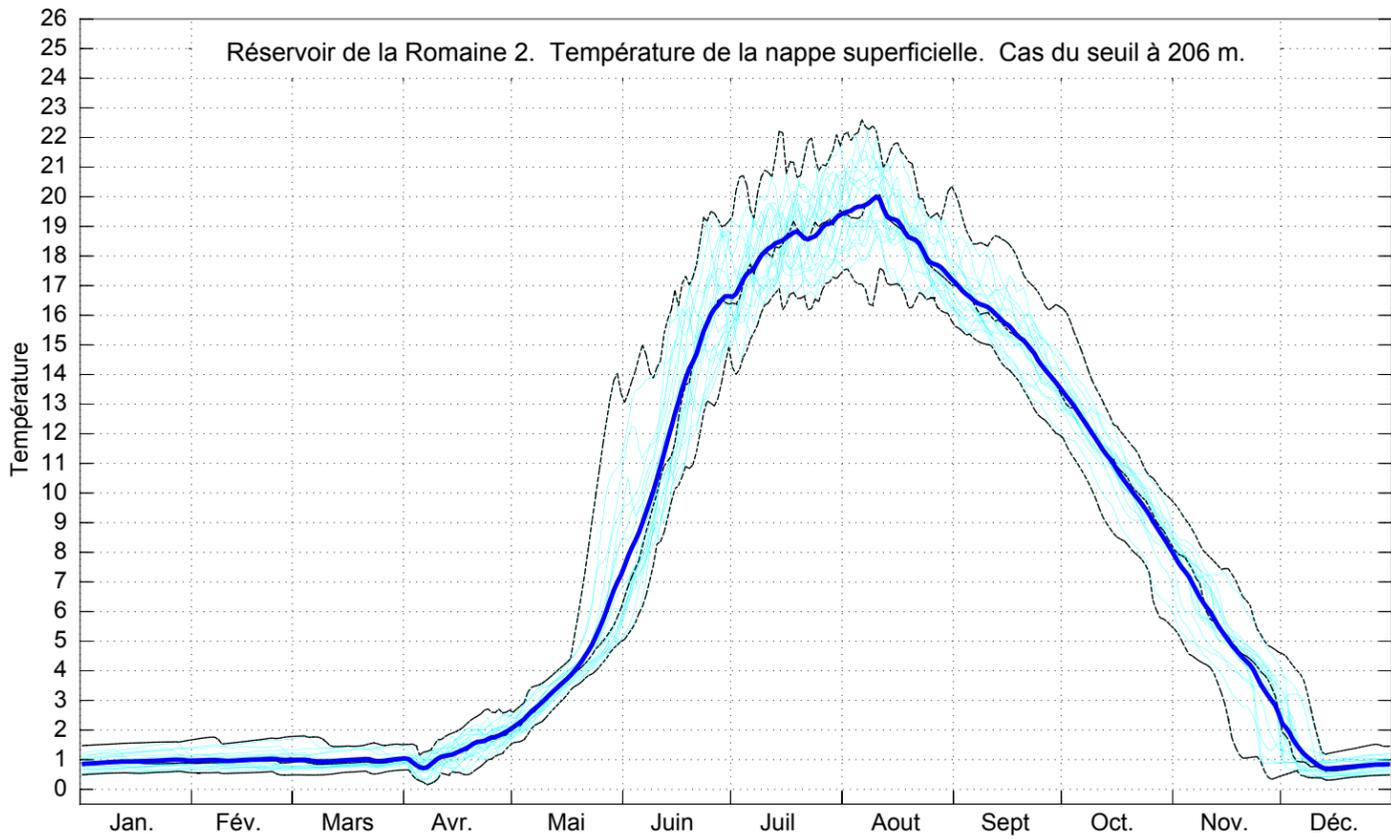


Planche B-1.

Réservoir Romaine 2, cas RO2-206m. Profils verticaux instantanés et séries temporelles de la température de l'eau dans le réservoir.

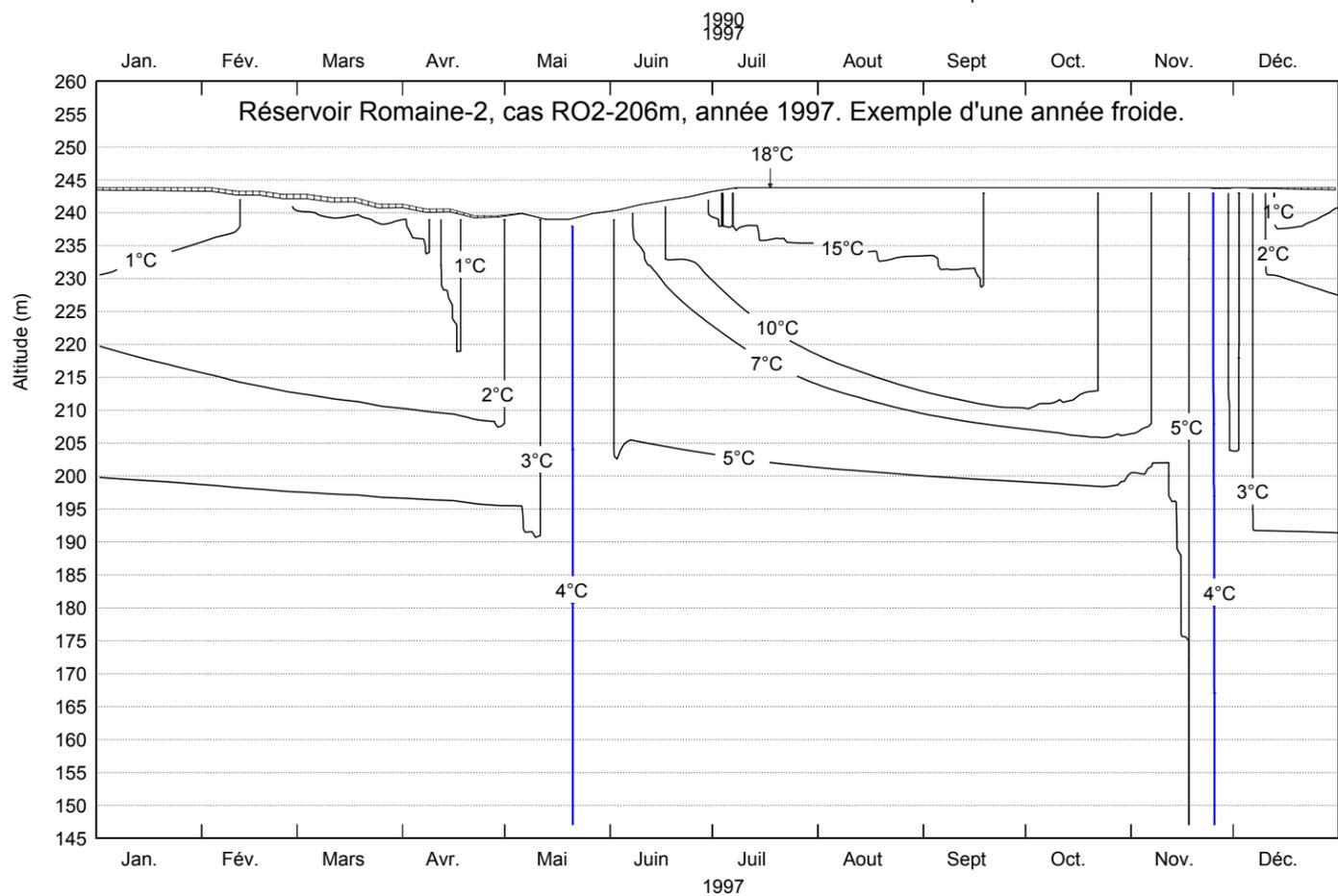
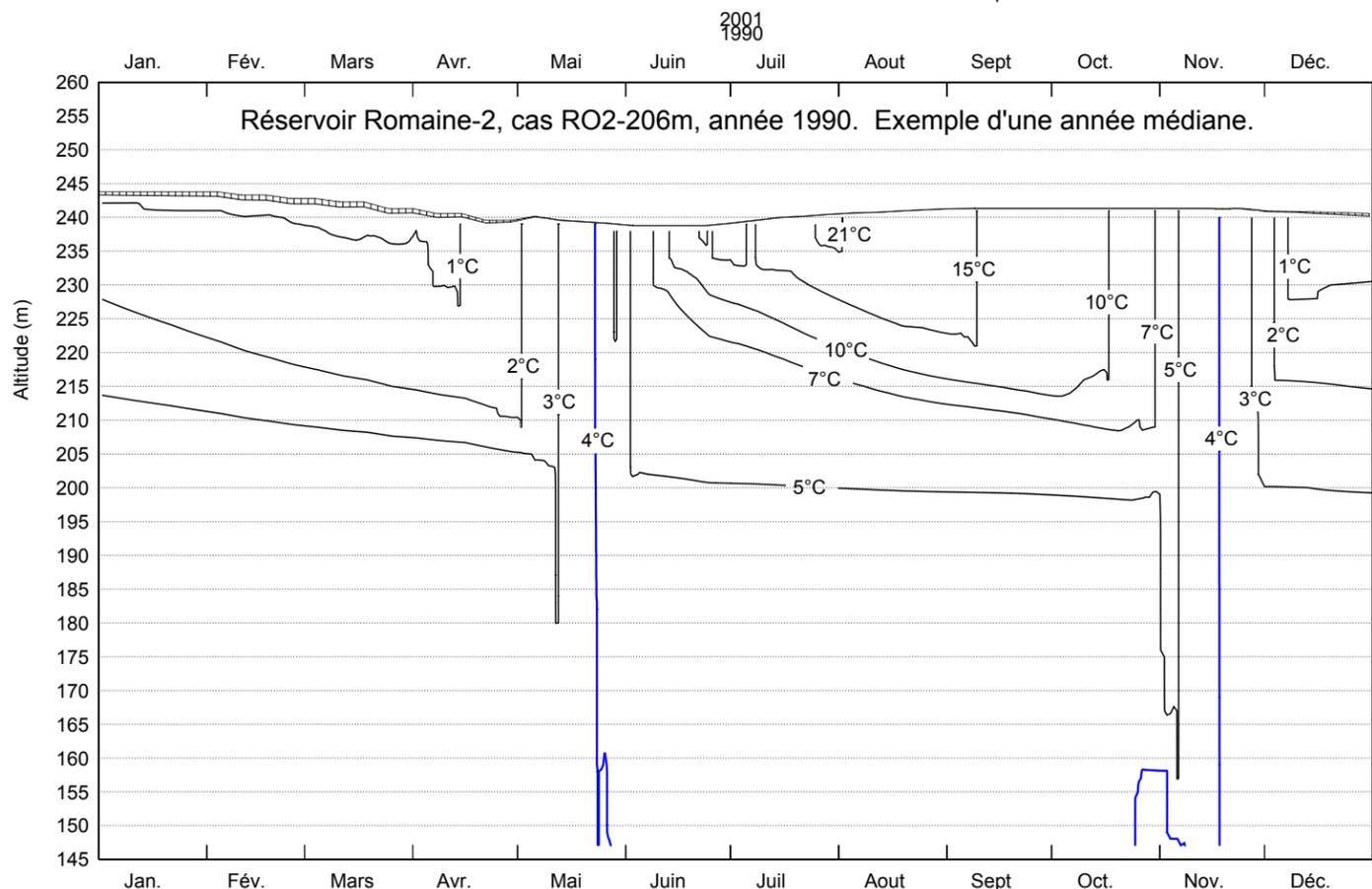
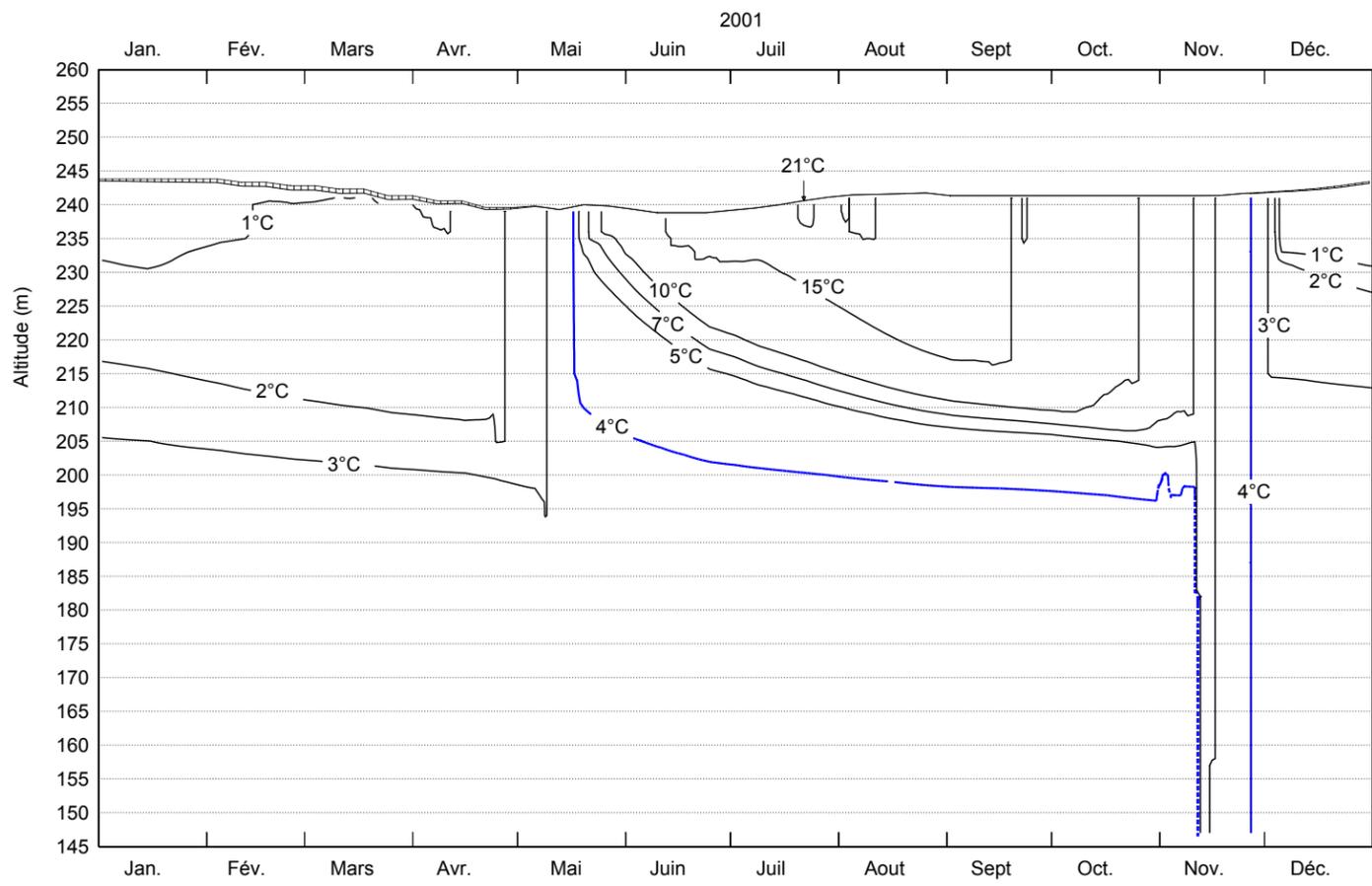
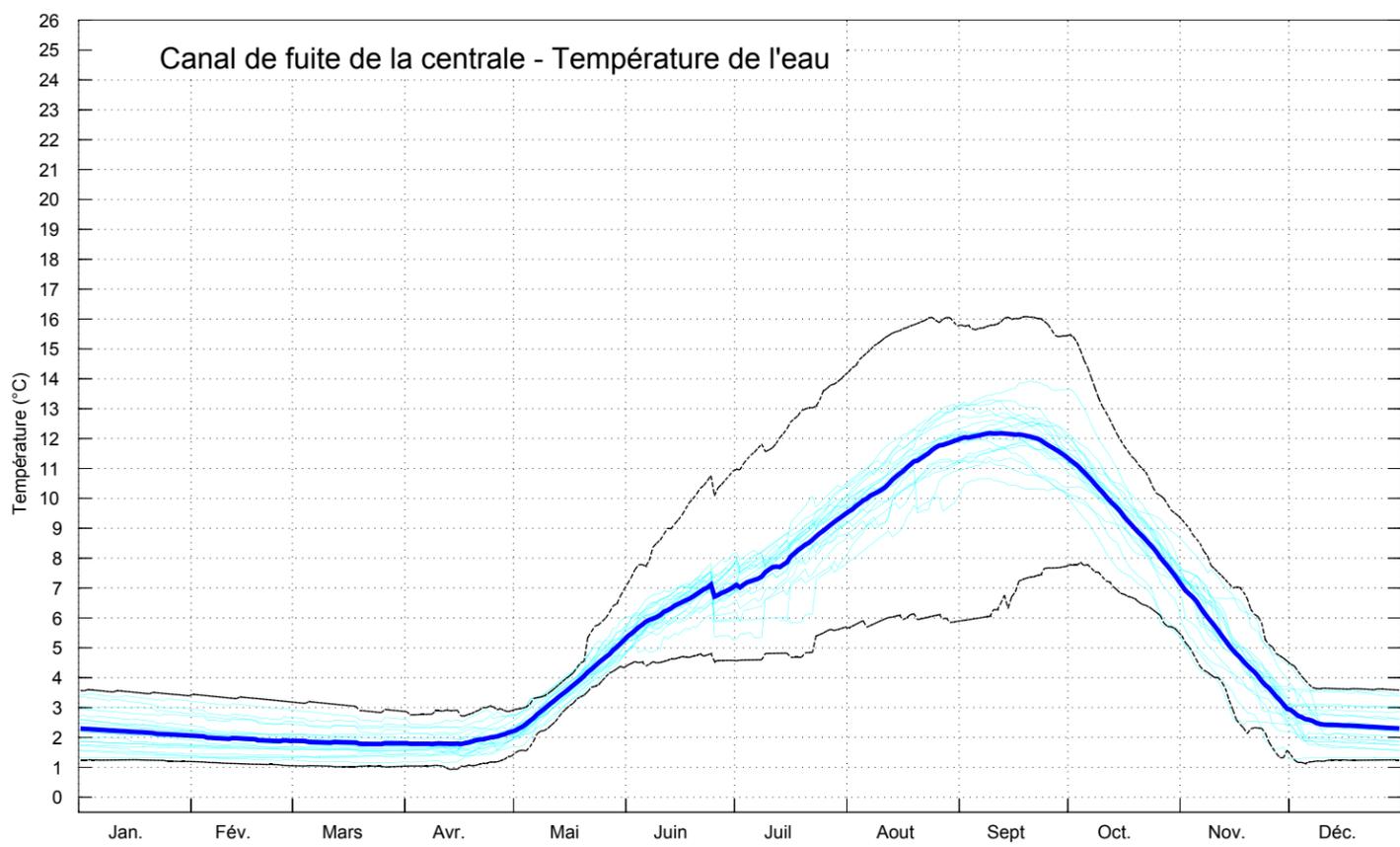
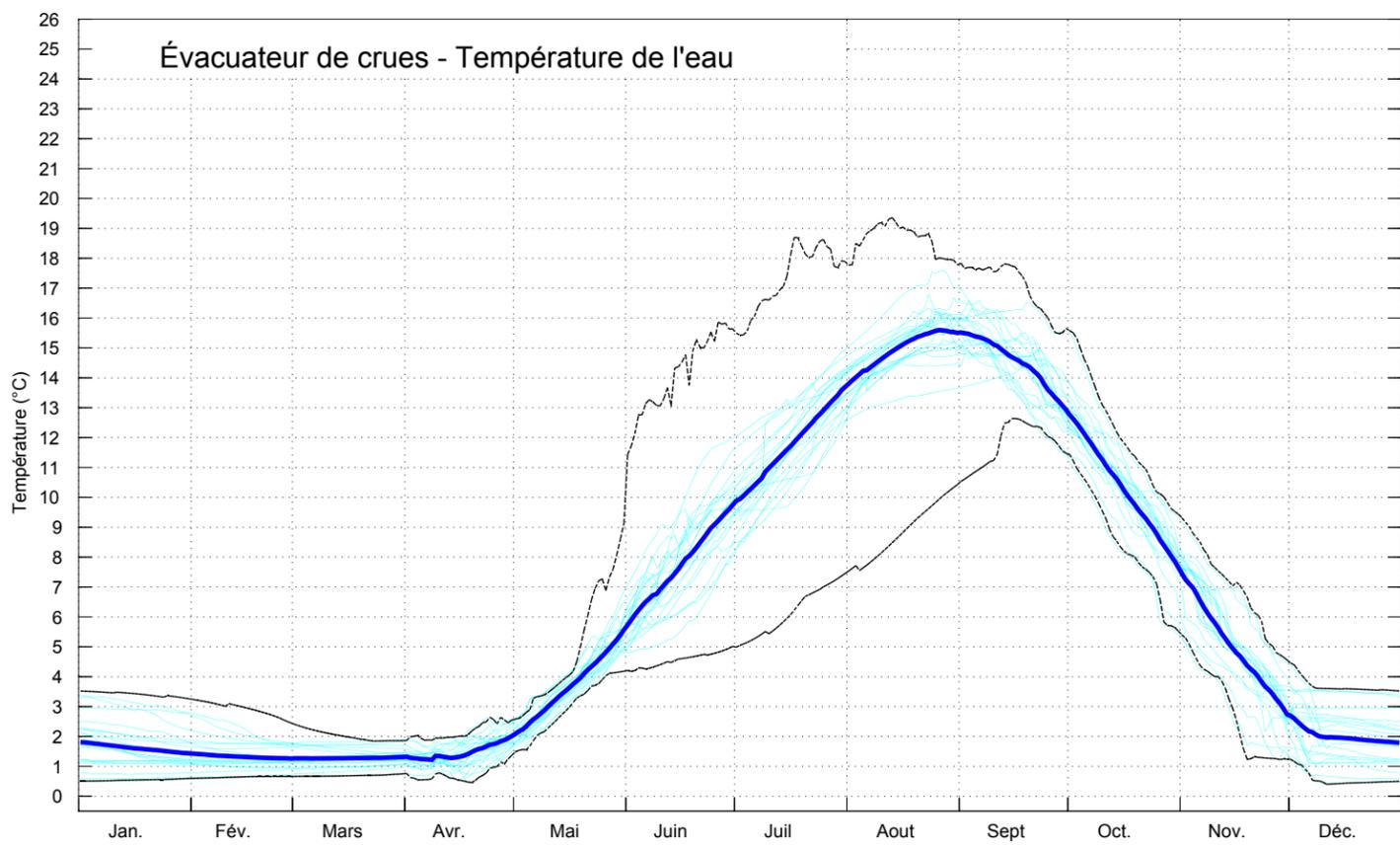
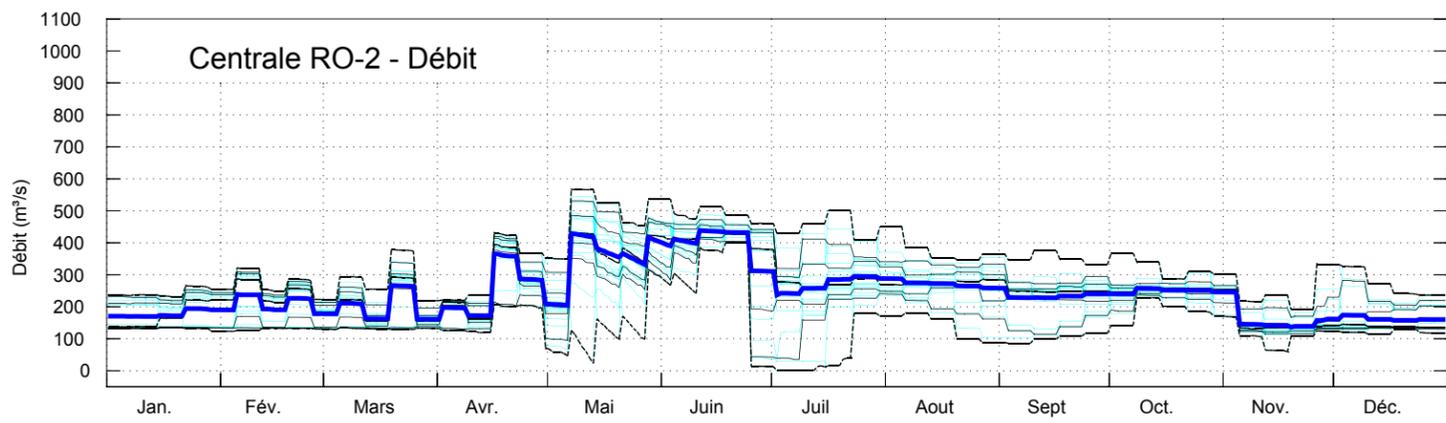
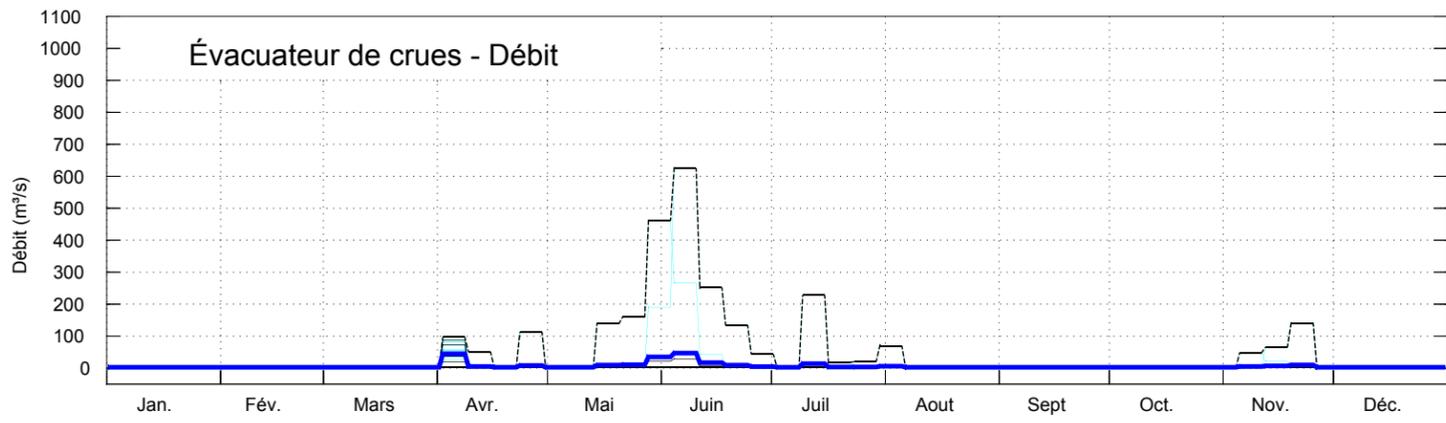


Planche B-2.

Réservoir Romaine-2, cas RO2-206m. Isothermes dans le réservoir pour trois années-type.



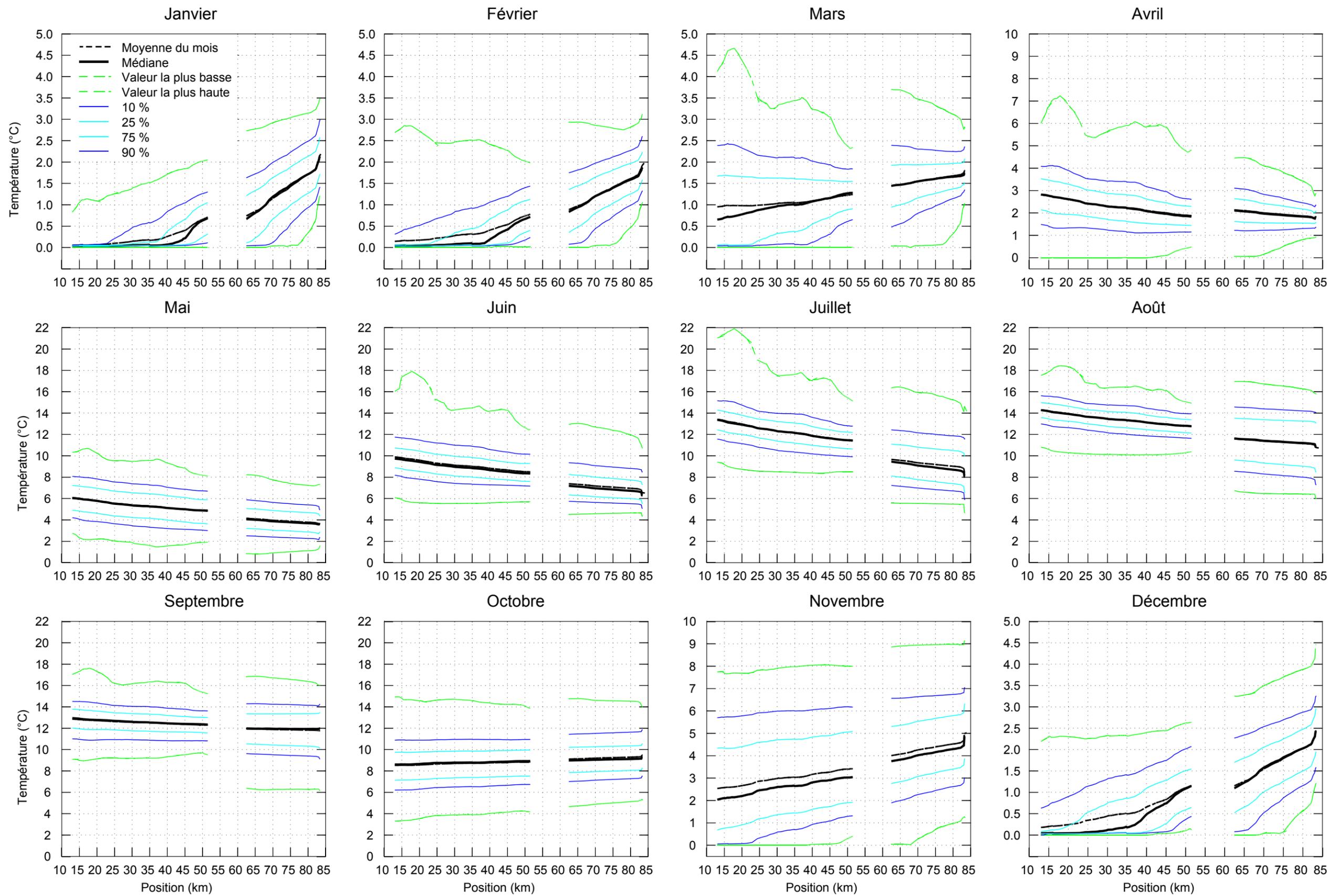


Planche B-4.

Rivière Romaine, cas RO2-206m. Tronçons fluviaux situés entre la centrale Romaine-2 et le PK 13.
 Profils longitudinaux mensuels de la température de l'eau.

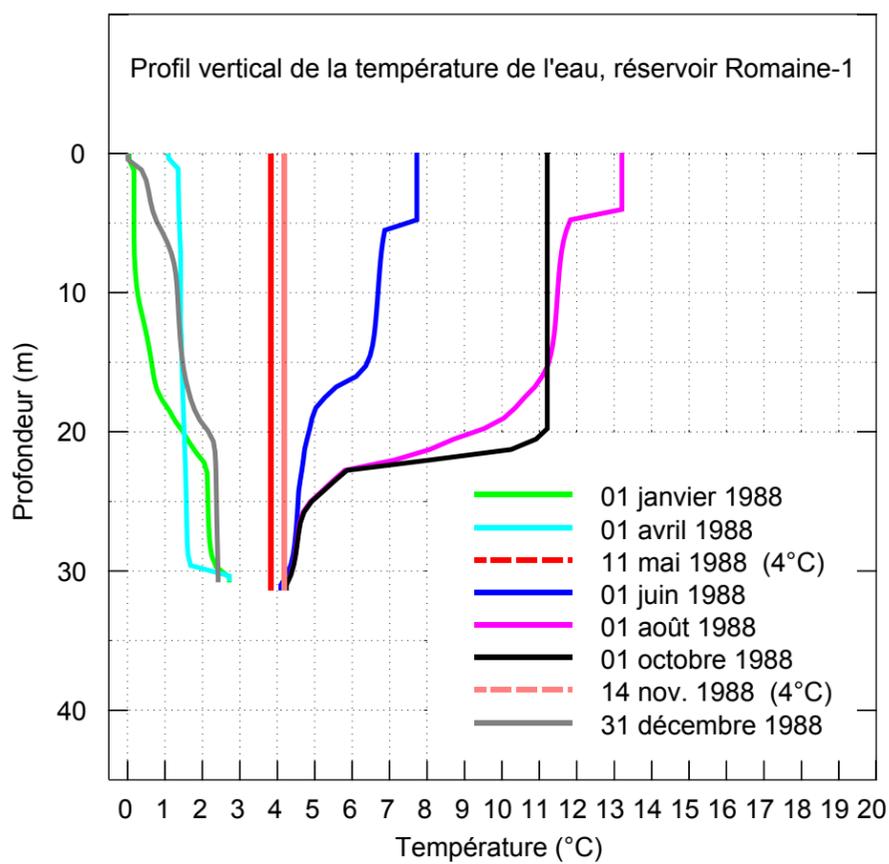
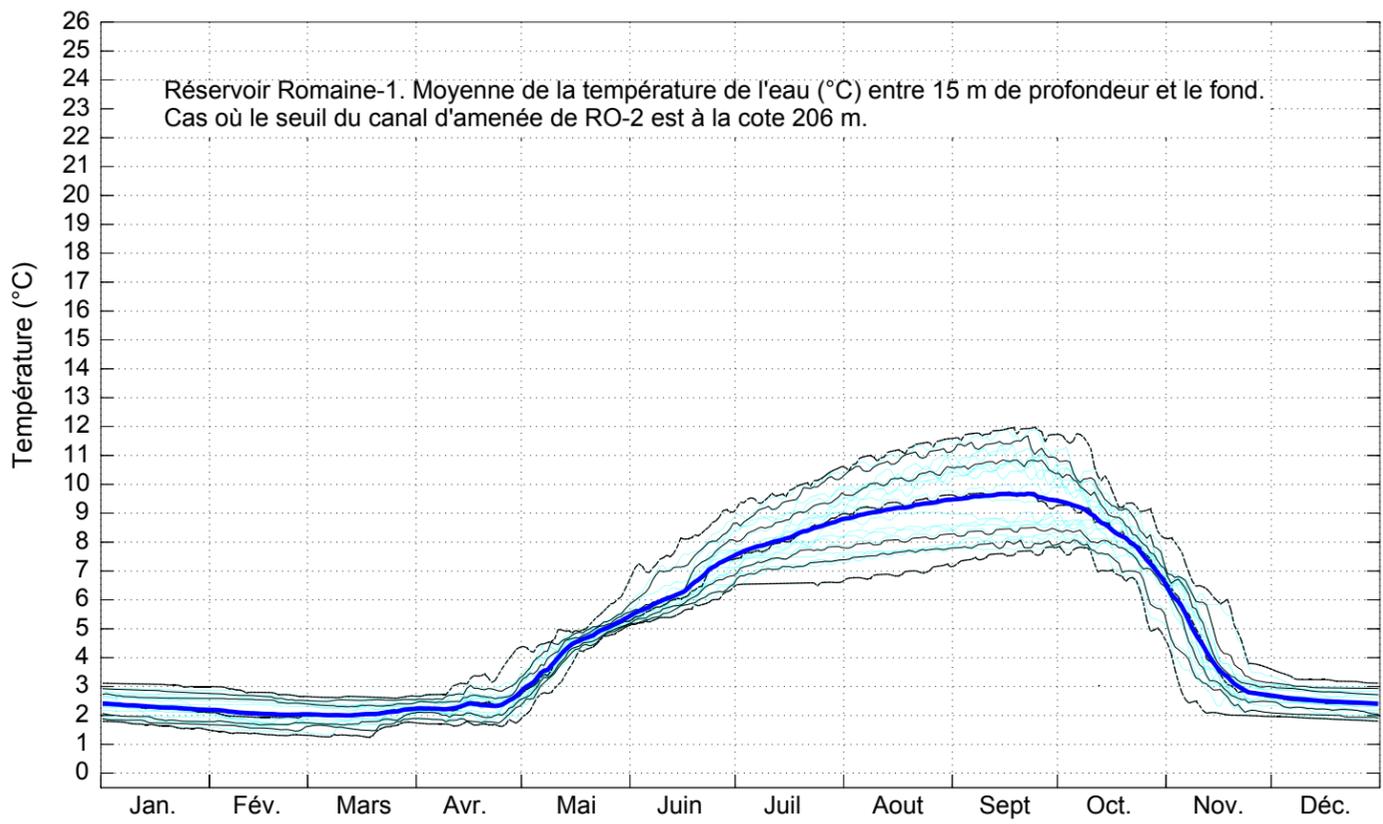
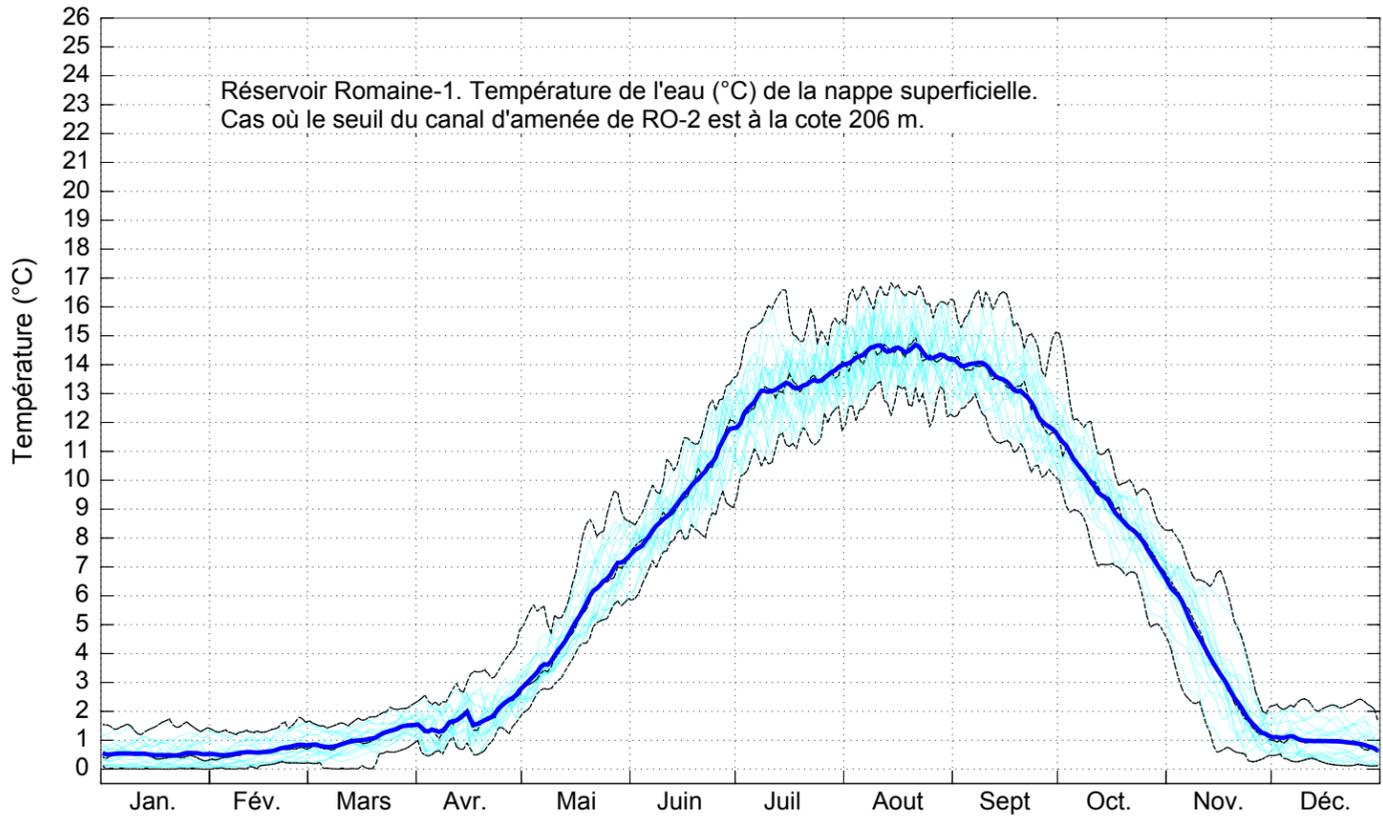


Planche B-5.
Réservoir Romaine 1, cas RO2-206m. Profils verticaux instantanés et séries temporelles de la température de l'eau dans le réservoir.

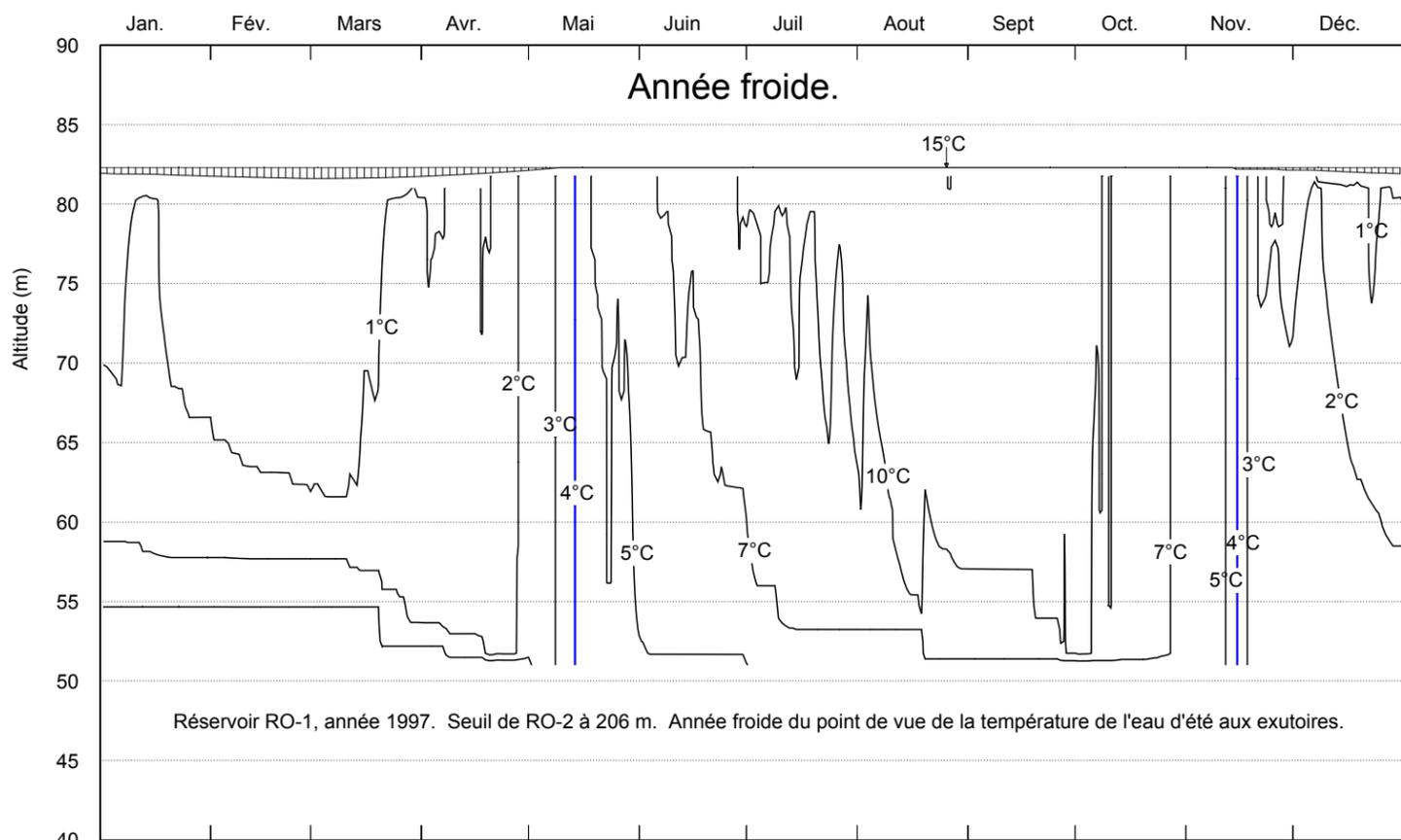
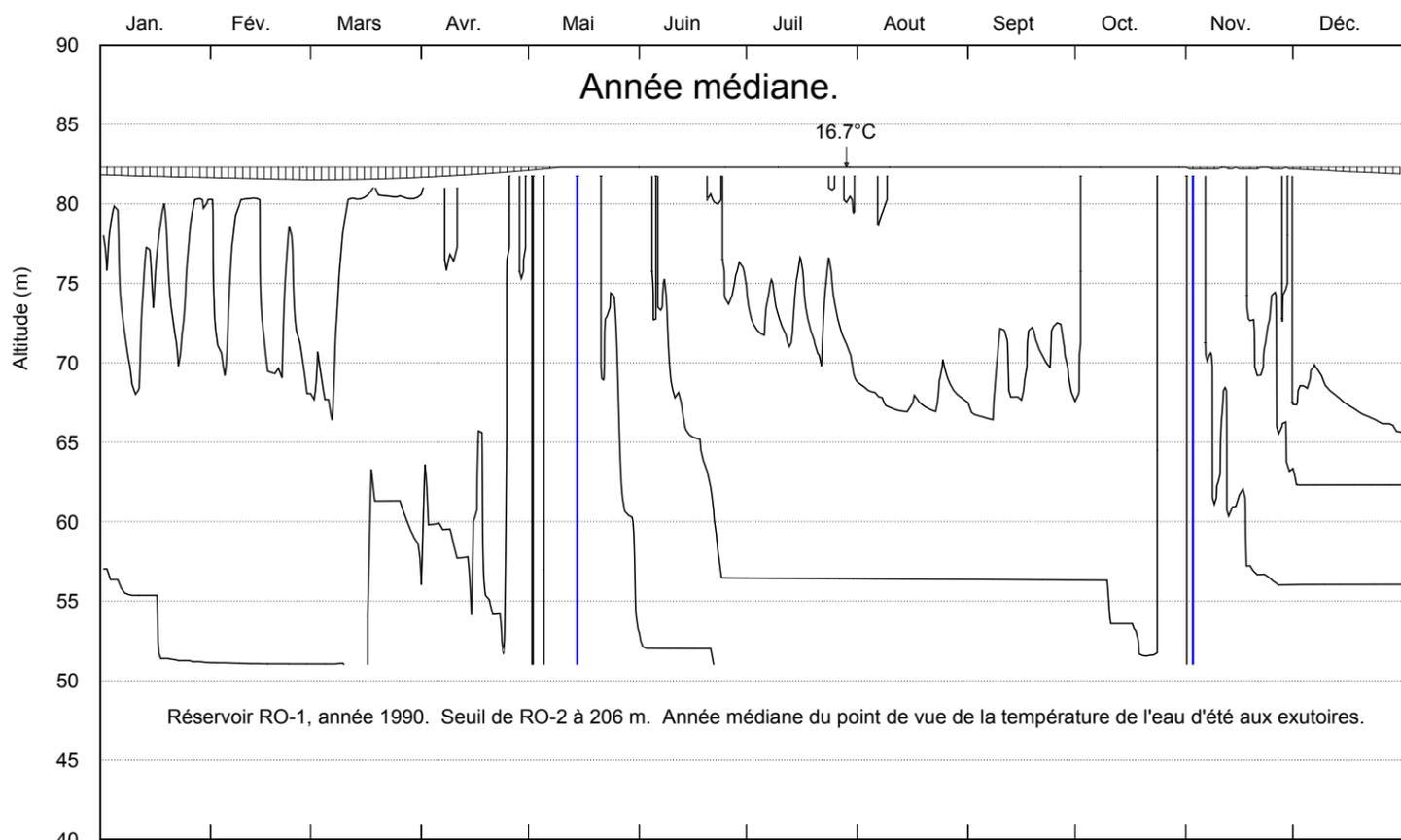
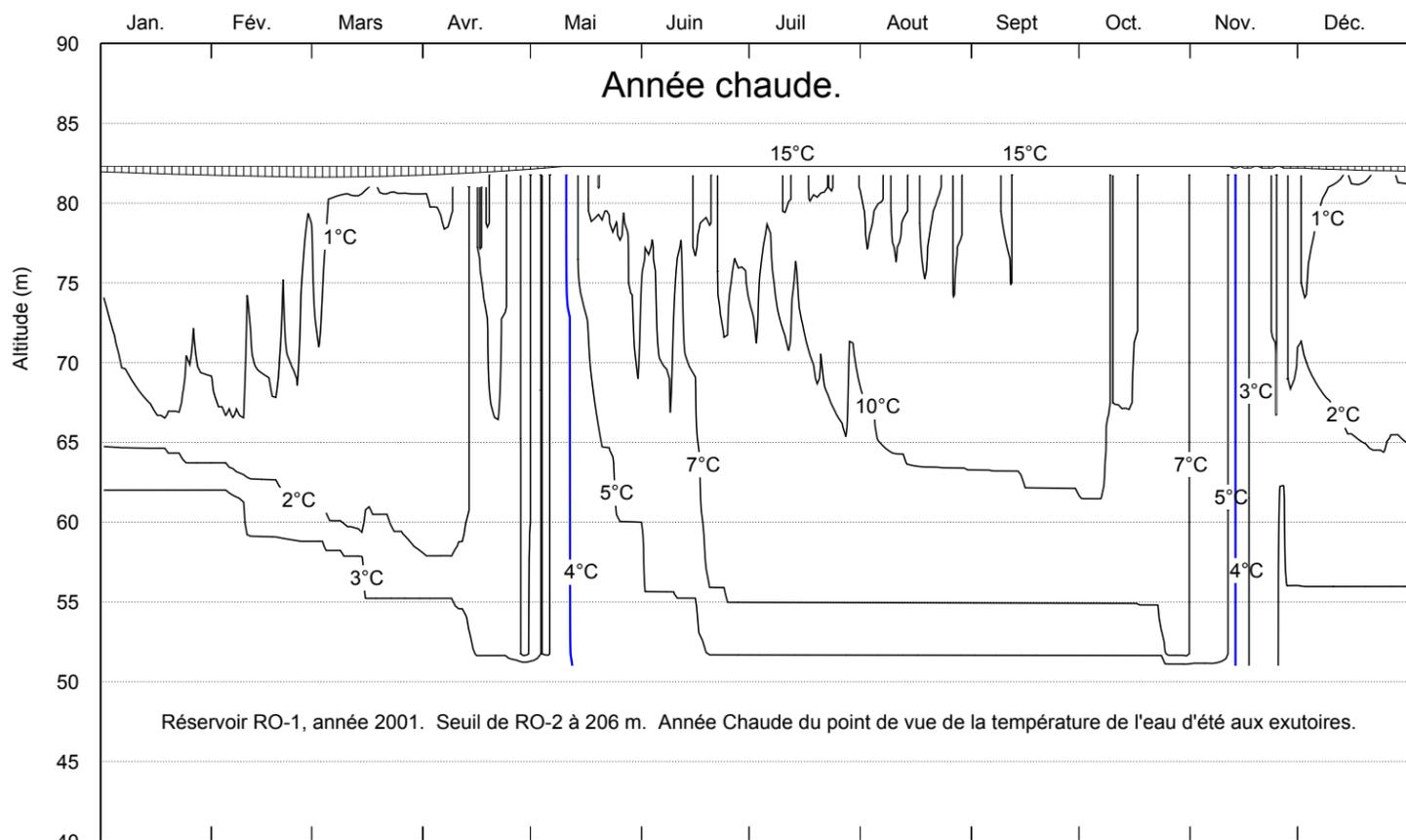


Planche B-6.
 Température de l'eau dans le réservoir Romaine-1 pour trois années-type,
 aménagement de la Romaine à 4 réservoirs, seuil de RO-2 à la cote de 206 m.

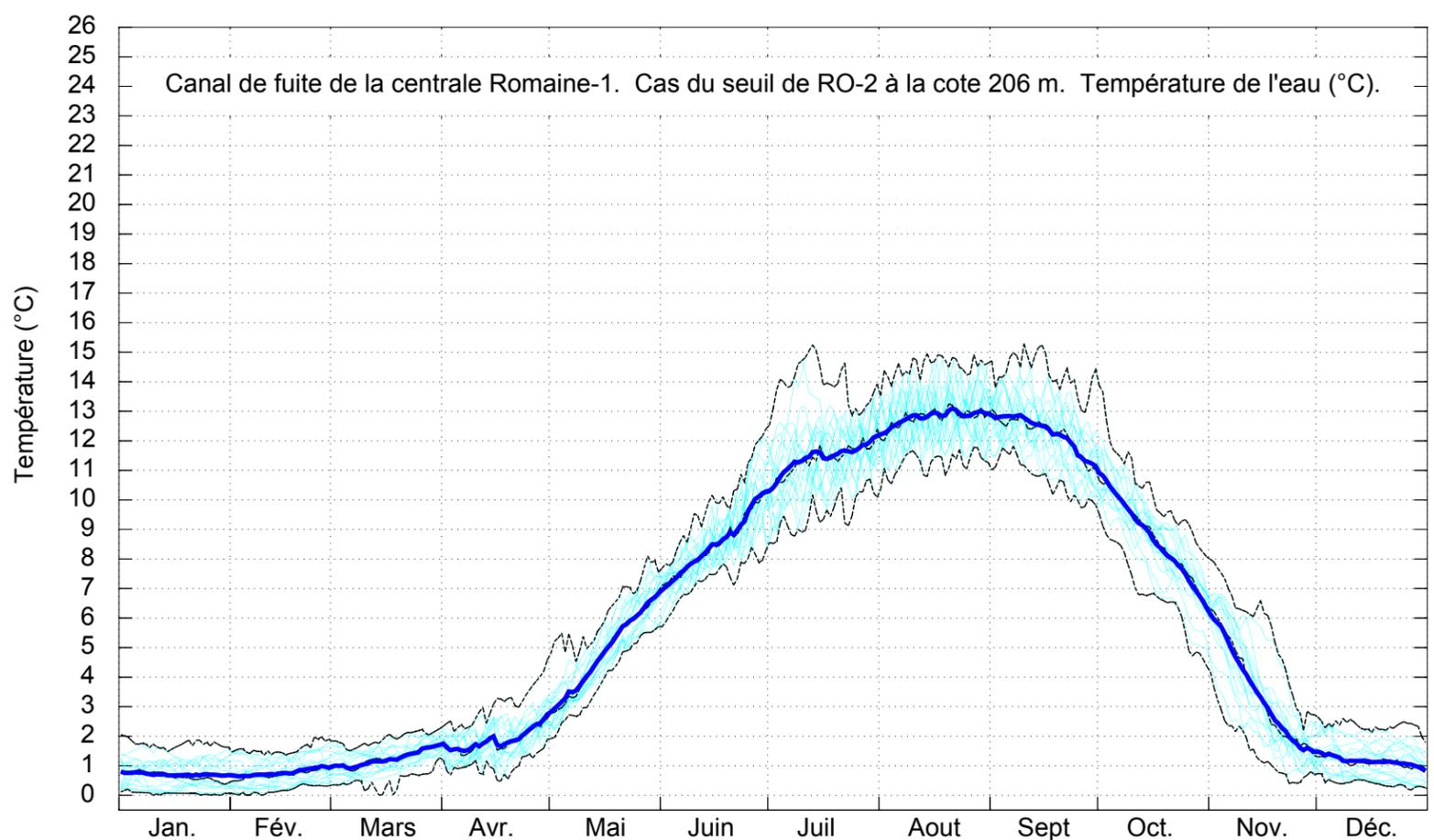
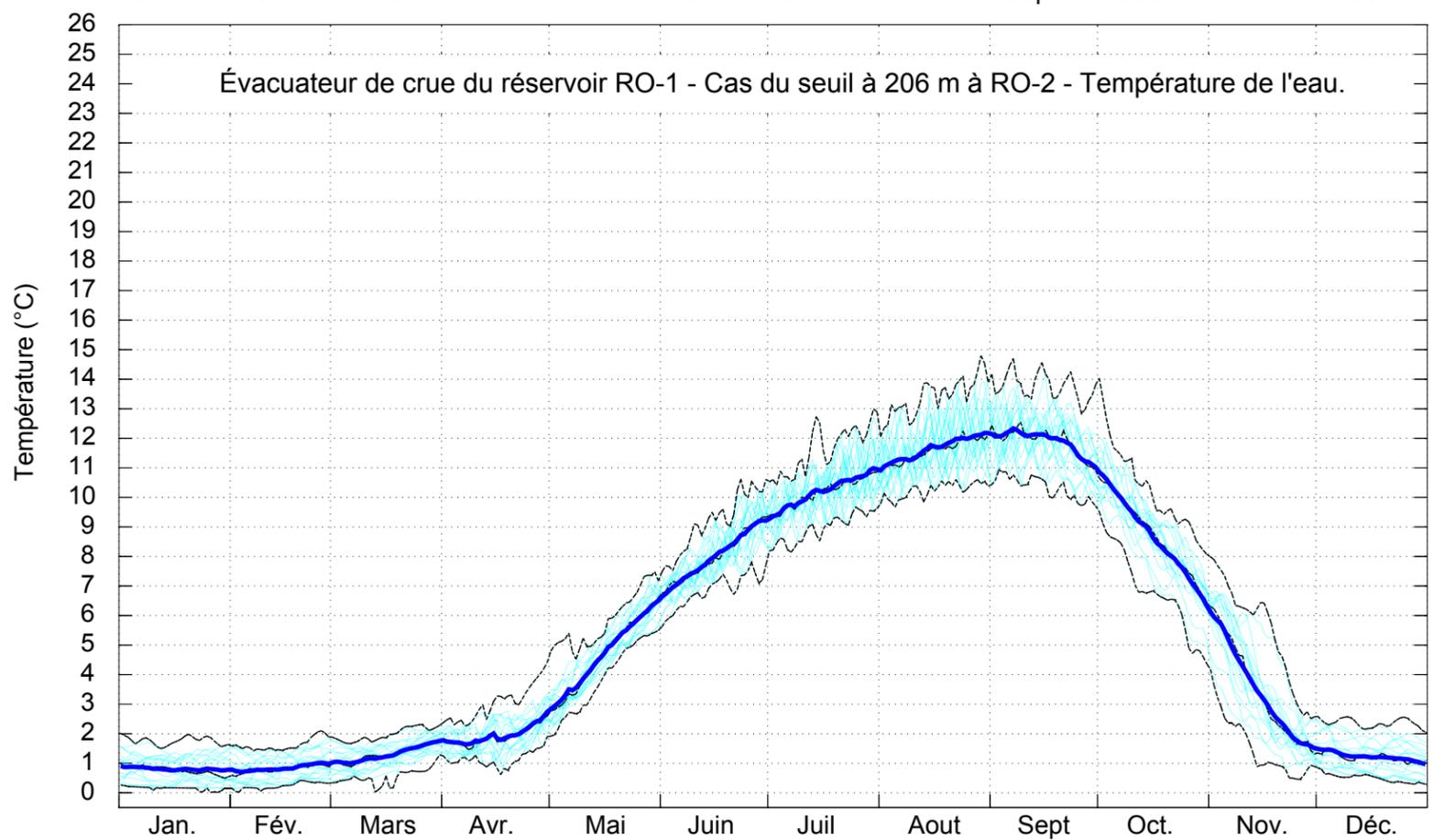
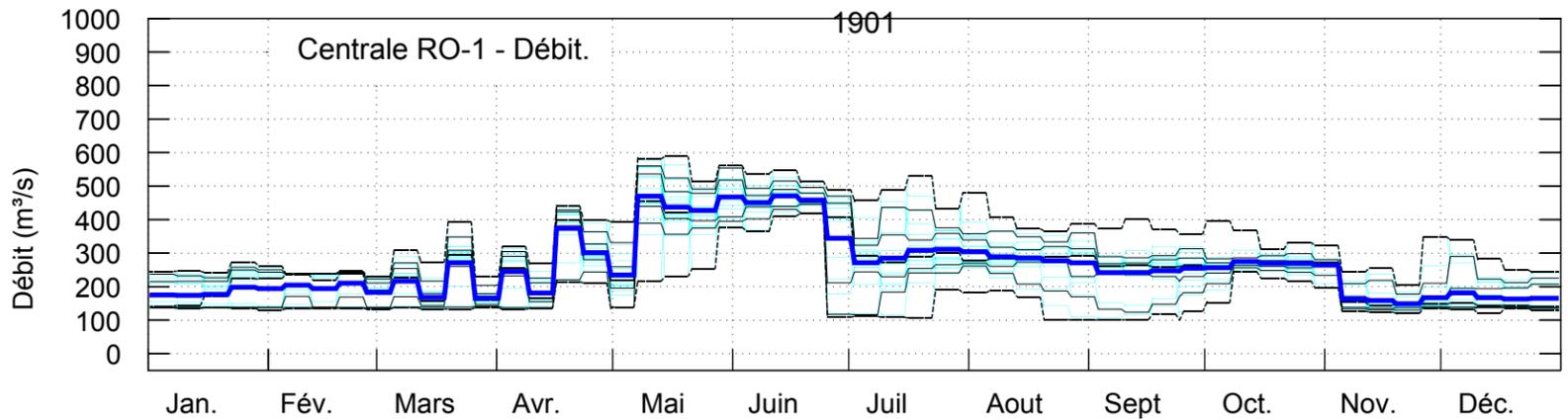
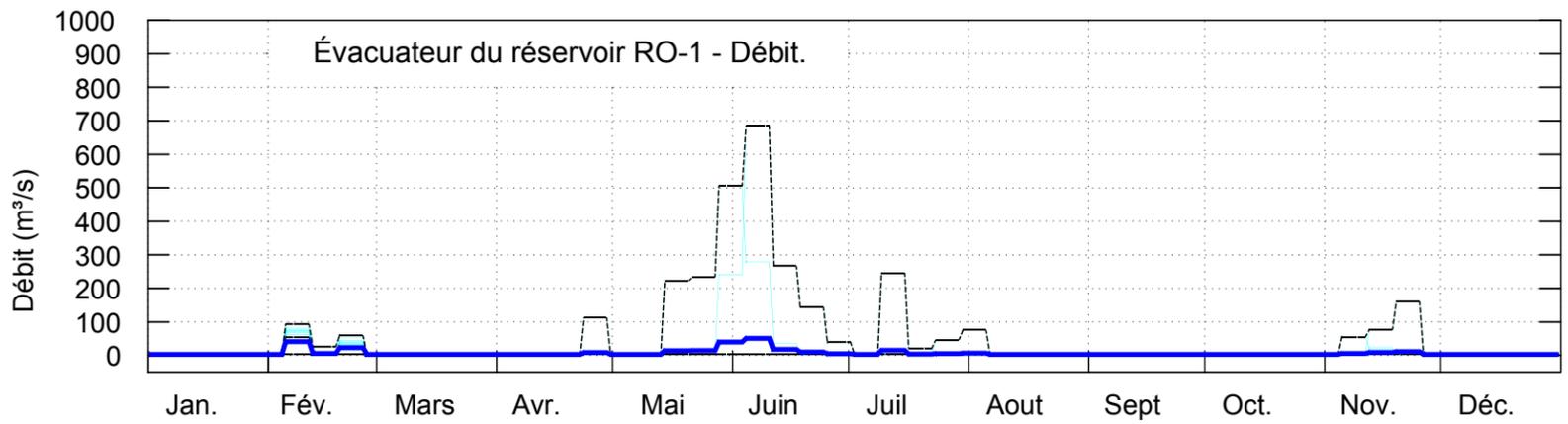


Planche B-7.
Réservoir Romaine-1, cas RO2-206m. Température de l'eau et débit aux exutoires.

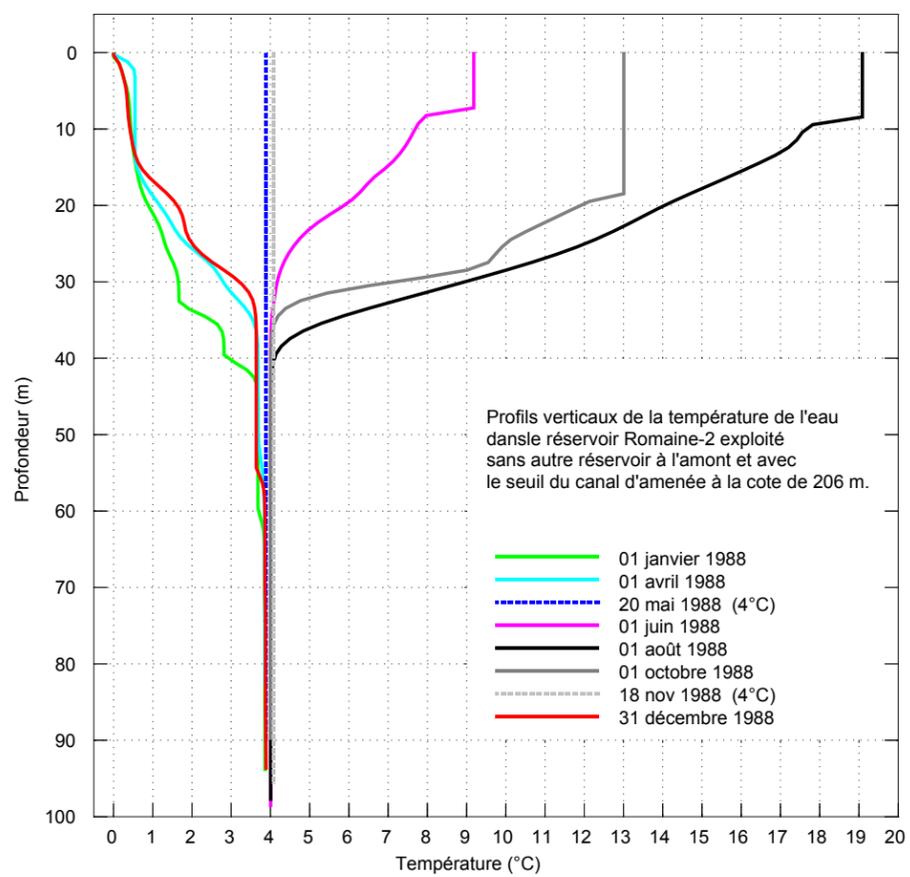
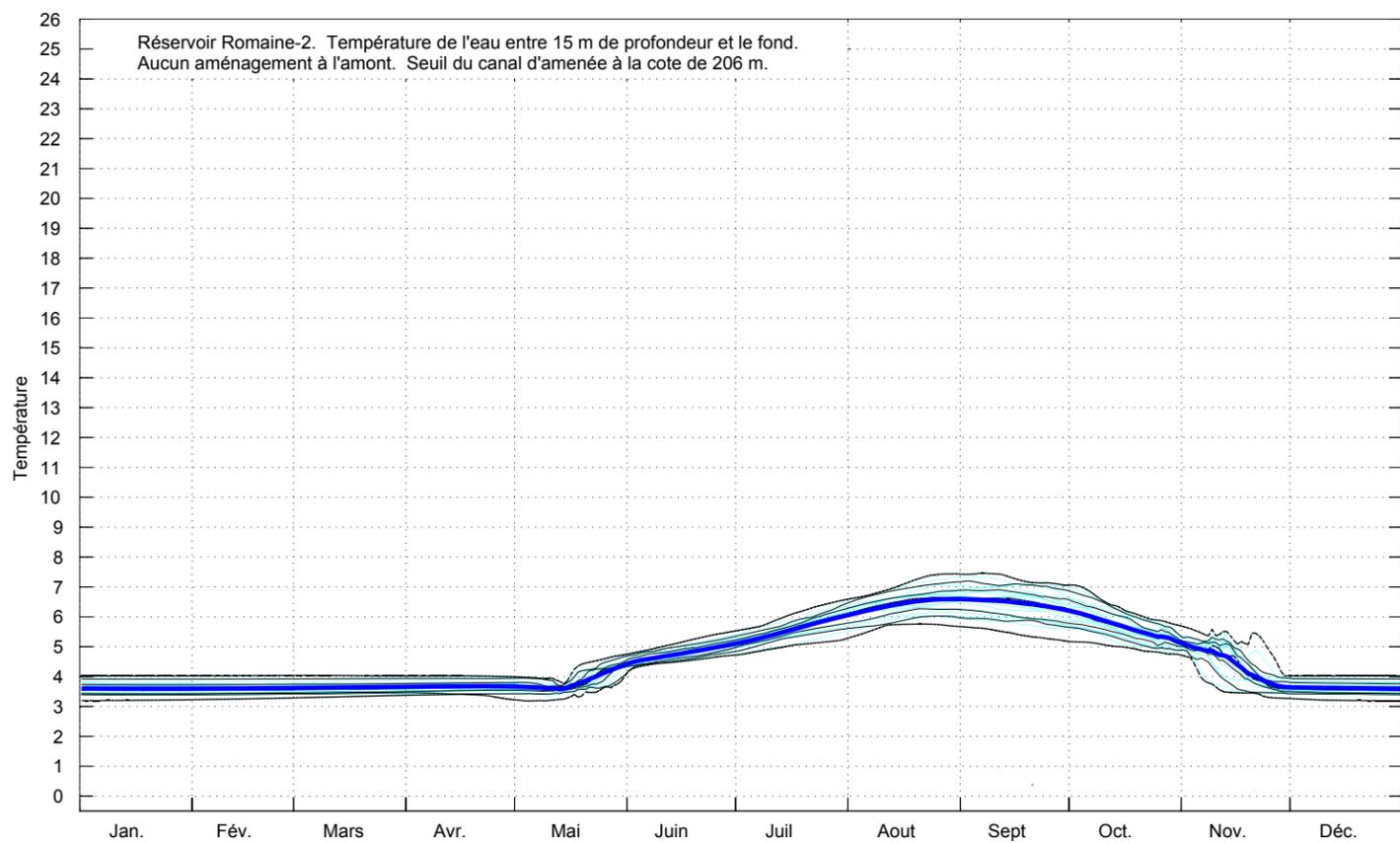
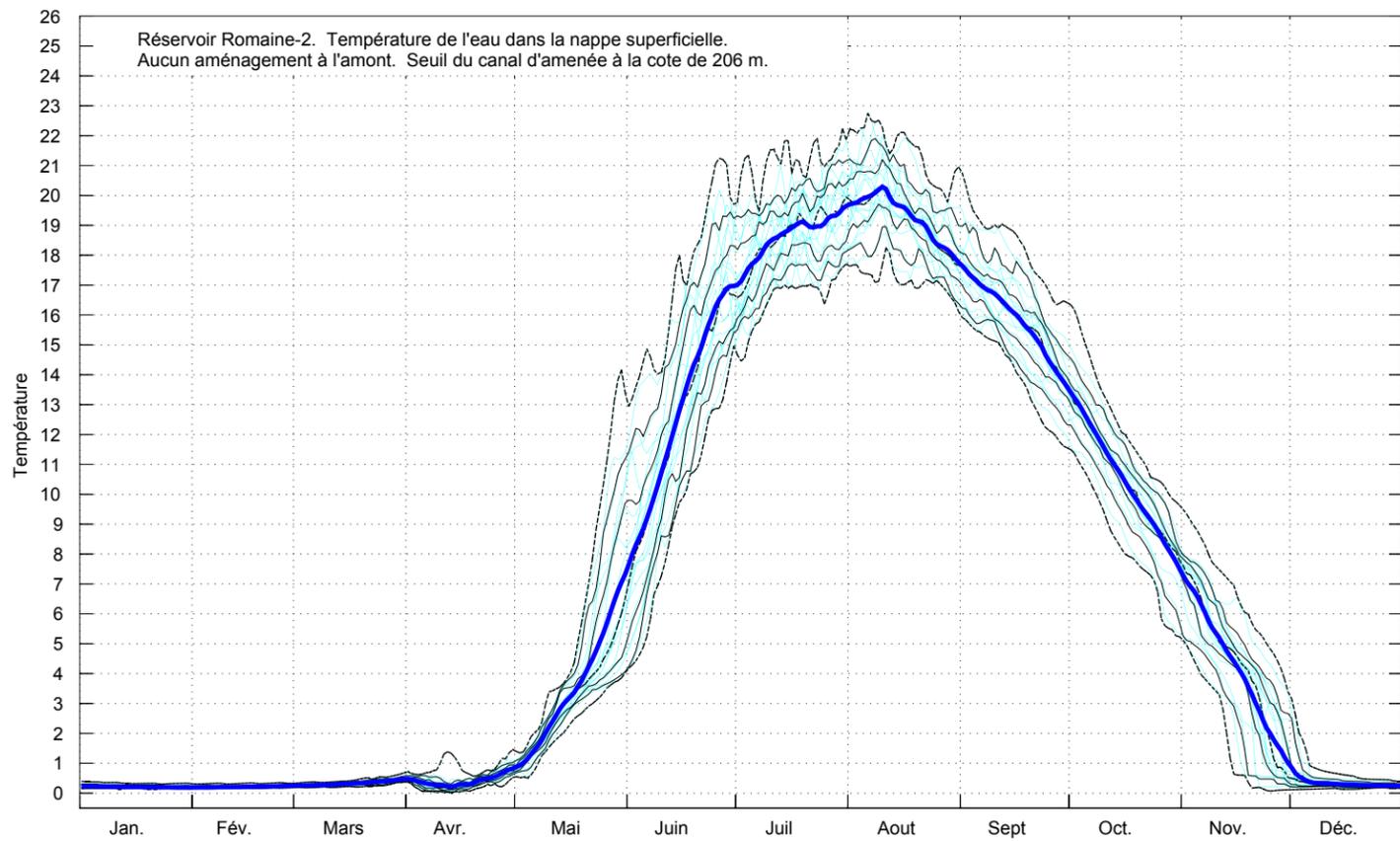


Planche B-8.
Réservoir Romaine-2. Température de l'eau dans le réservoir.
Aucun autre réservoir à l'amont. Seuil du canal d'amenée à la cote de 206 m.

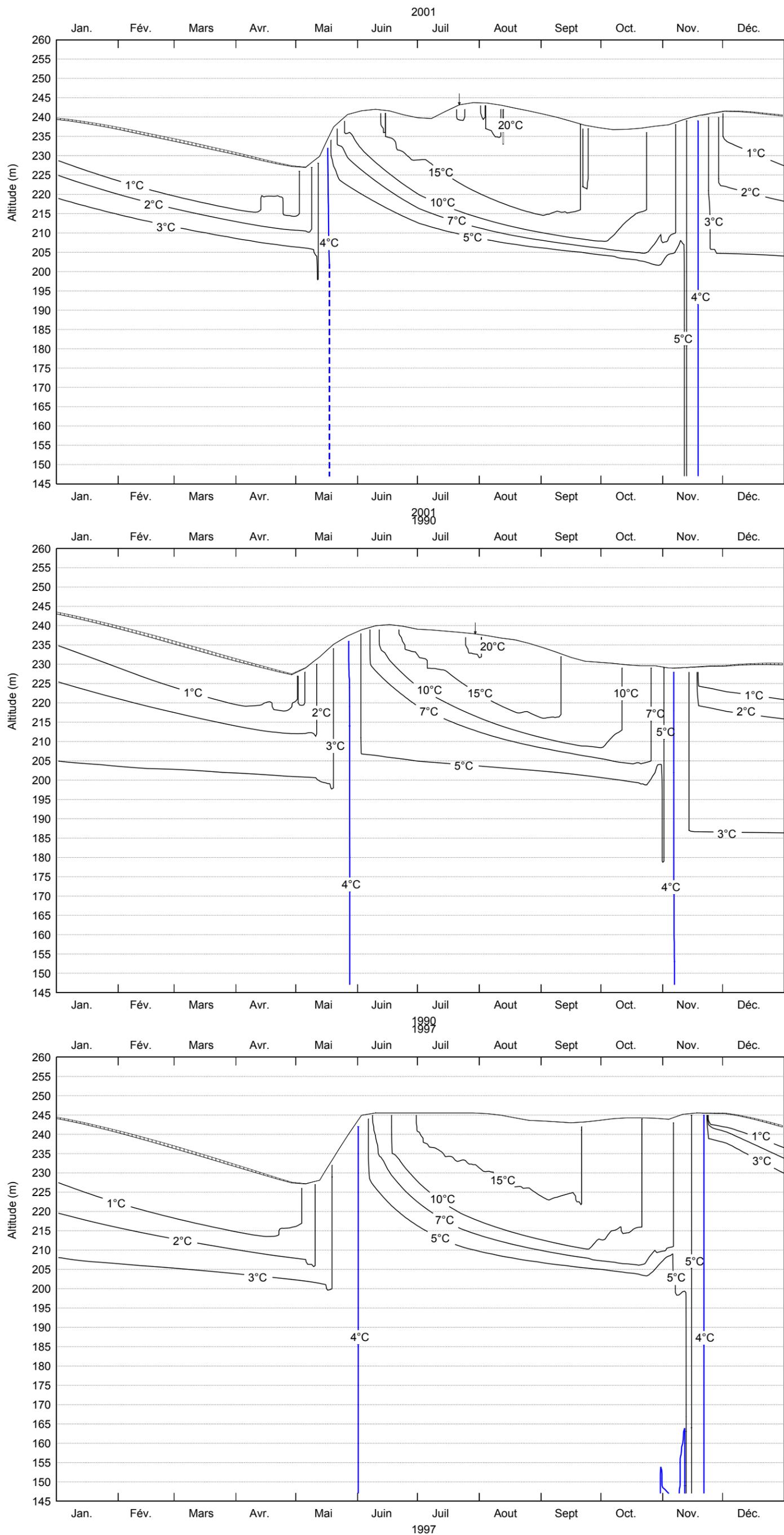


Planche B-9.
 Réservoir Romaine-2, phase transitoire, cas RO2-206m.
 Isothermes pour trois années-type.

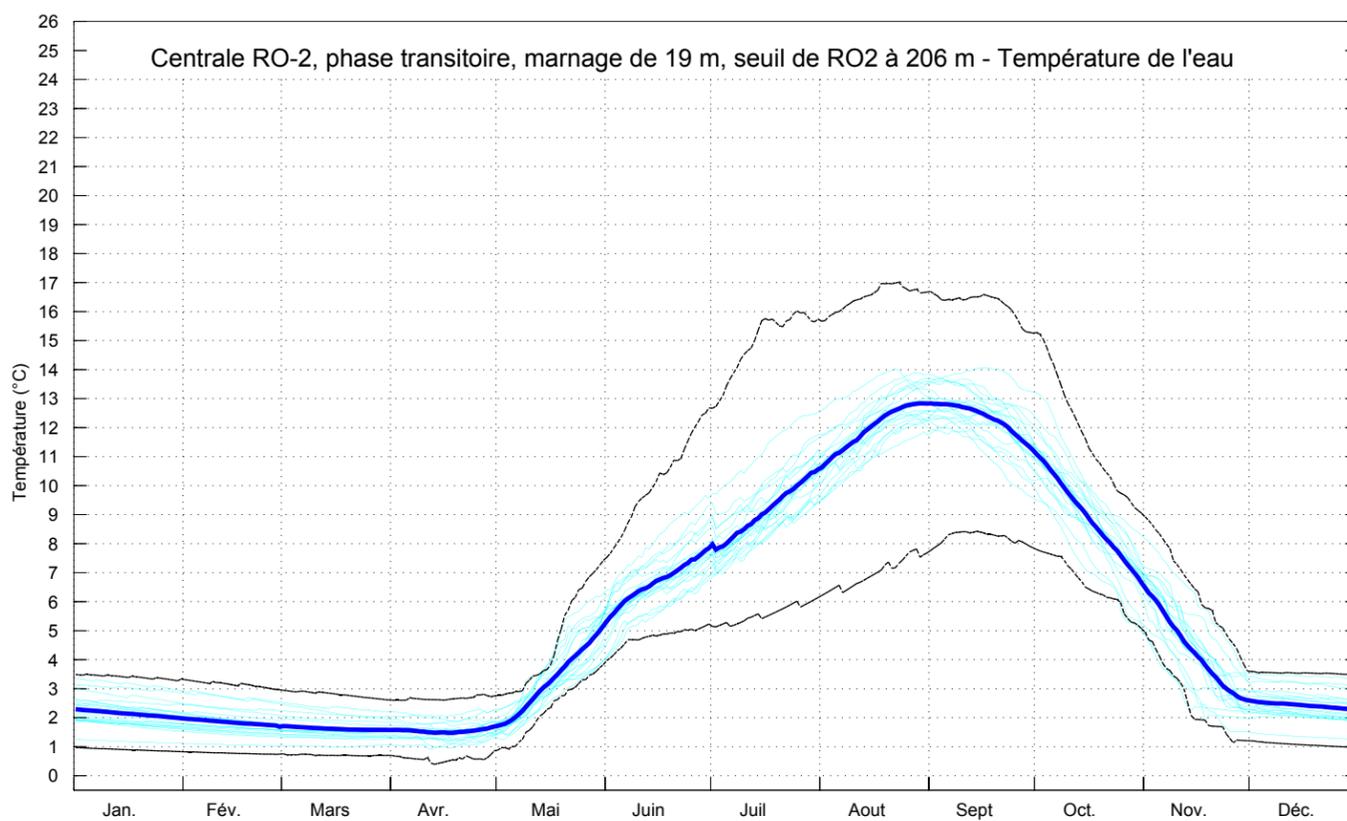
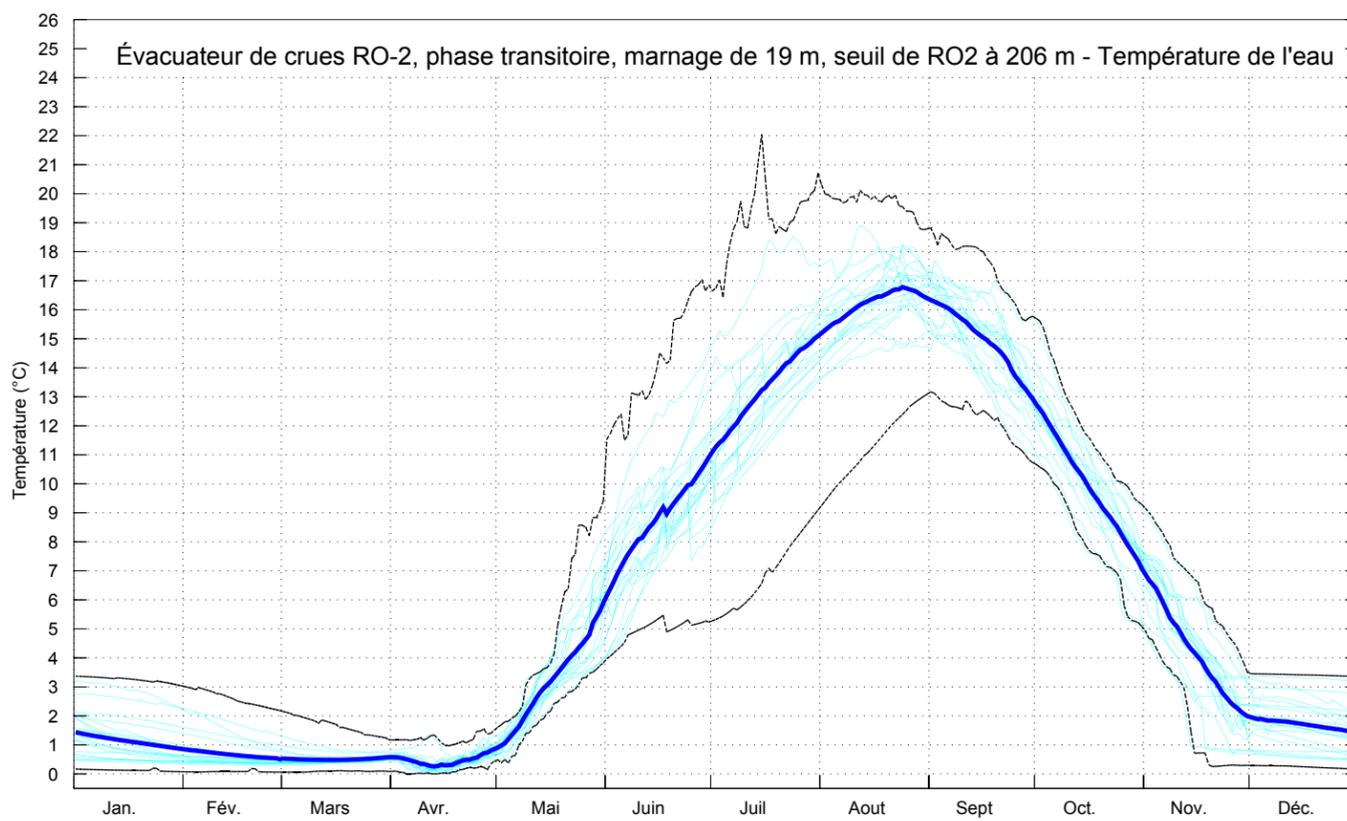
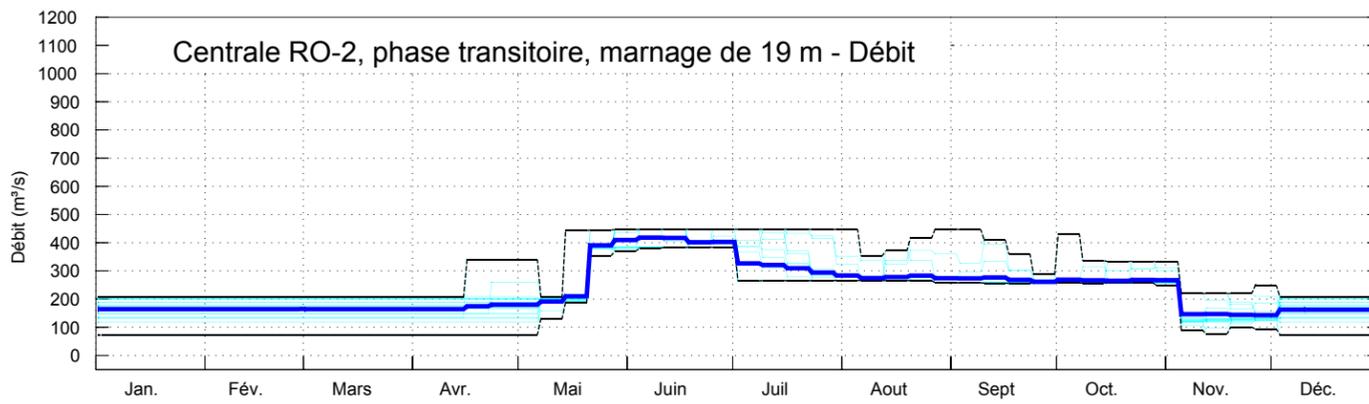
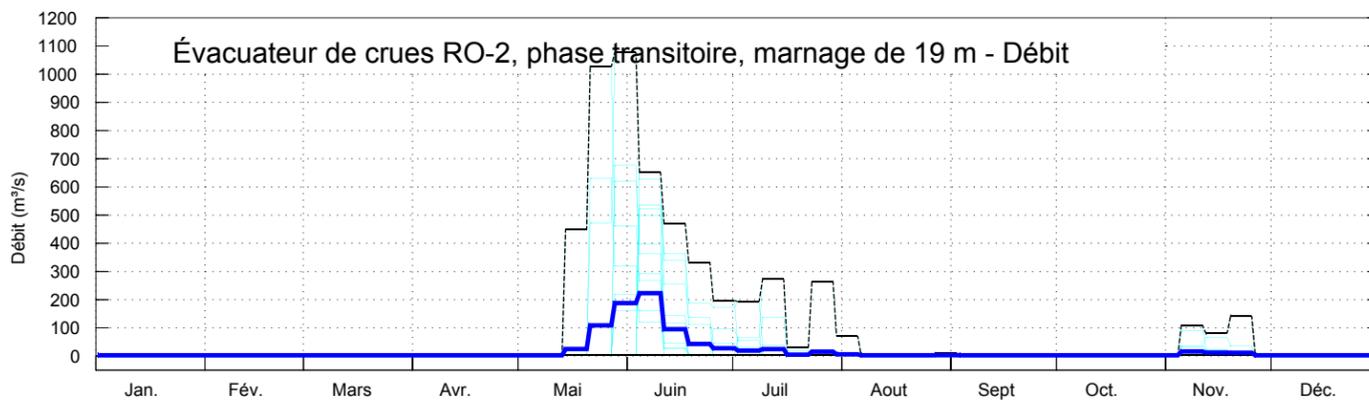


Planche B-10.
 Réservoir Romaine-2, phase transitoire, marnage de 19m, cas RO2-206m.
 Température de l'eau et débit aux exutoires.

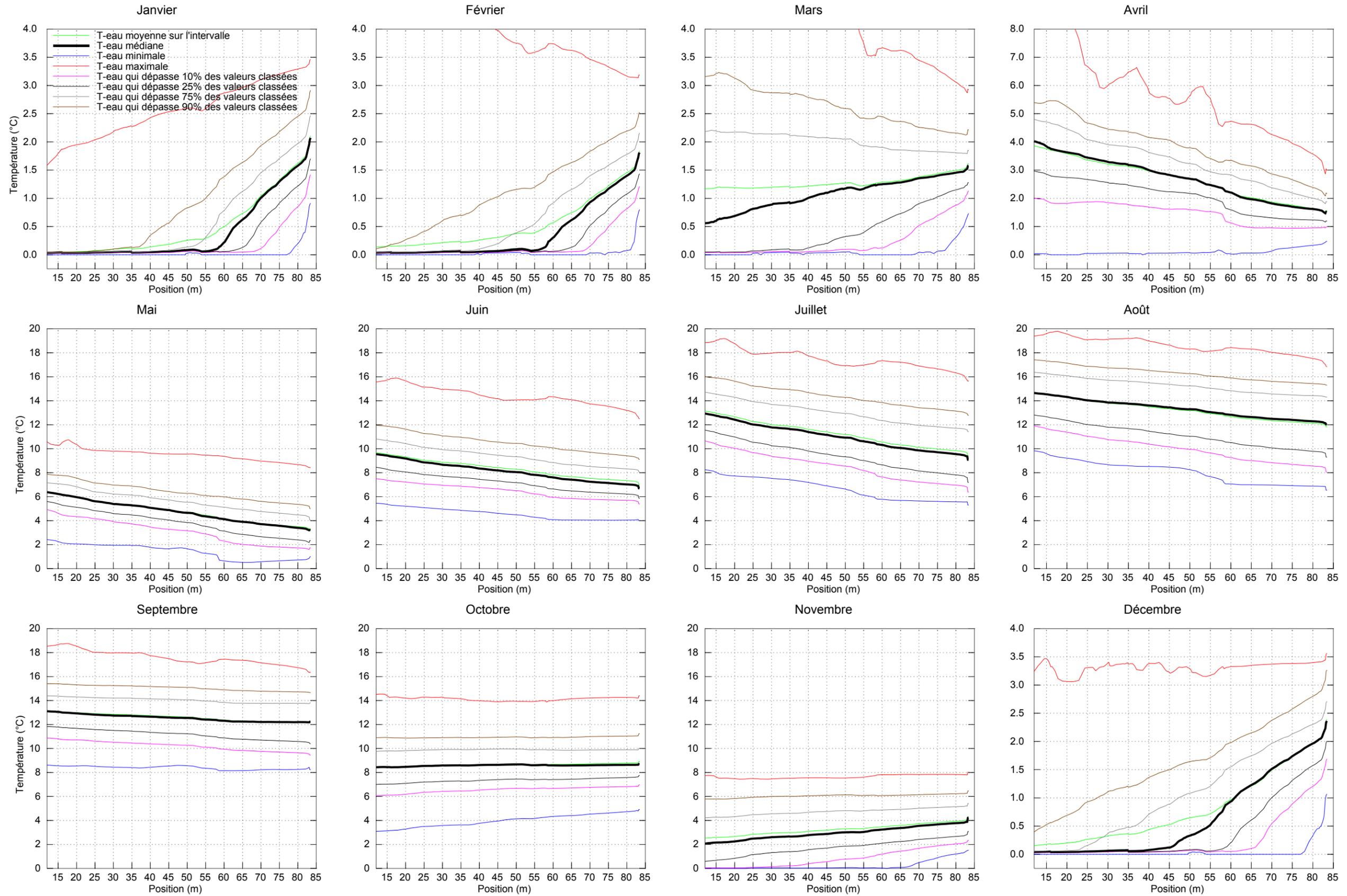


Planche B-11.
 Rivière Romaine, phase transitoire avec Romaine-2 seulement, cas RO2-206m, de Romaine-2 au PK 13.
 Profil longitudinal de la température de l'eau mois par mois.

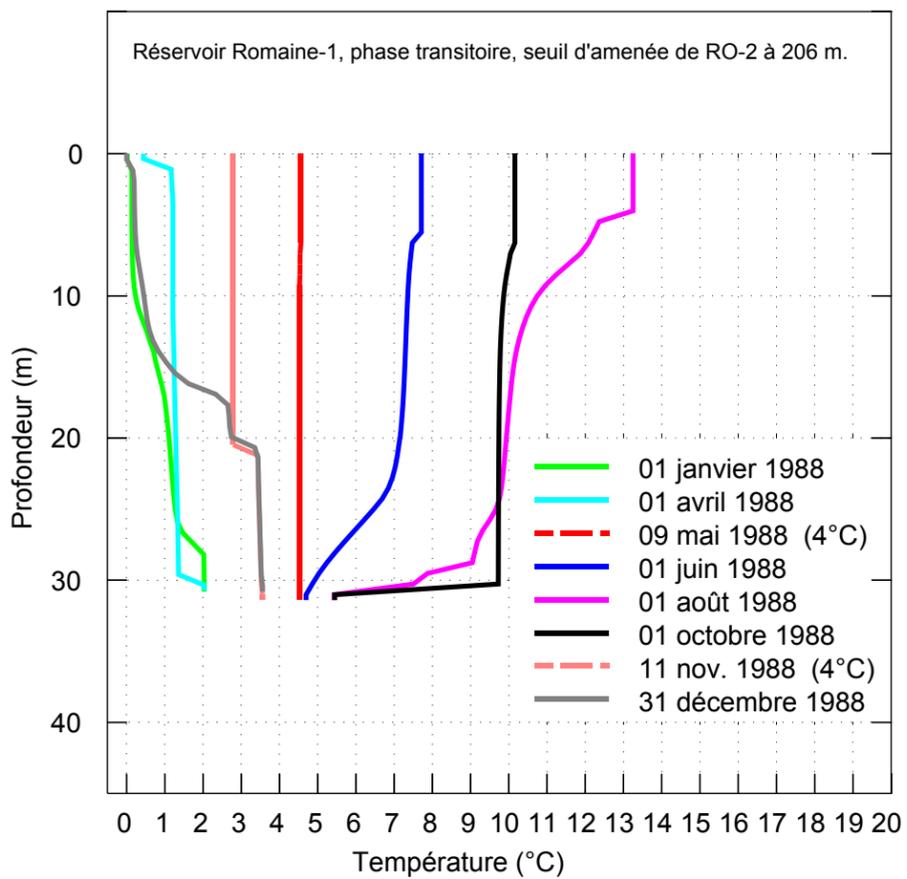
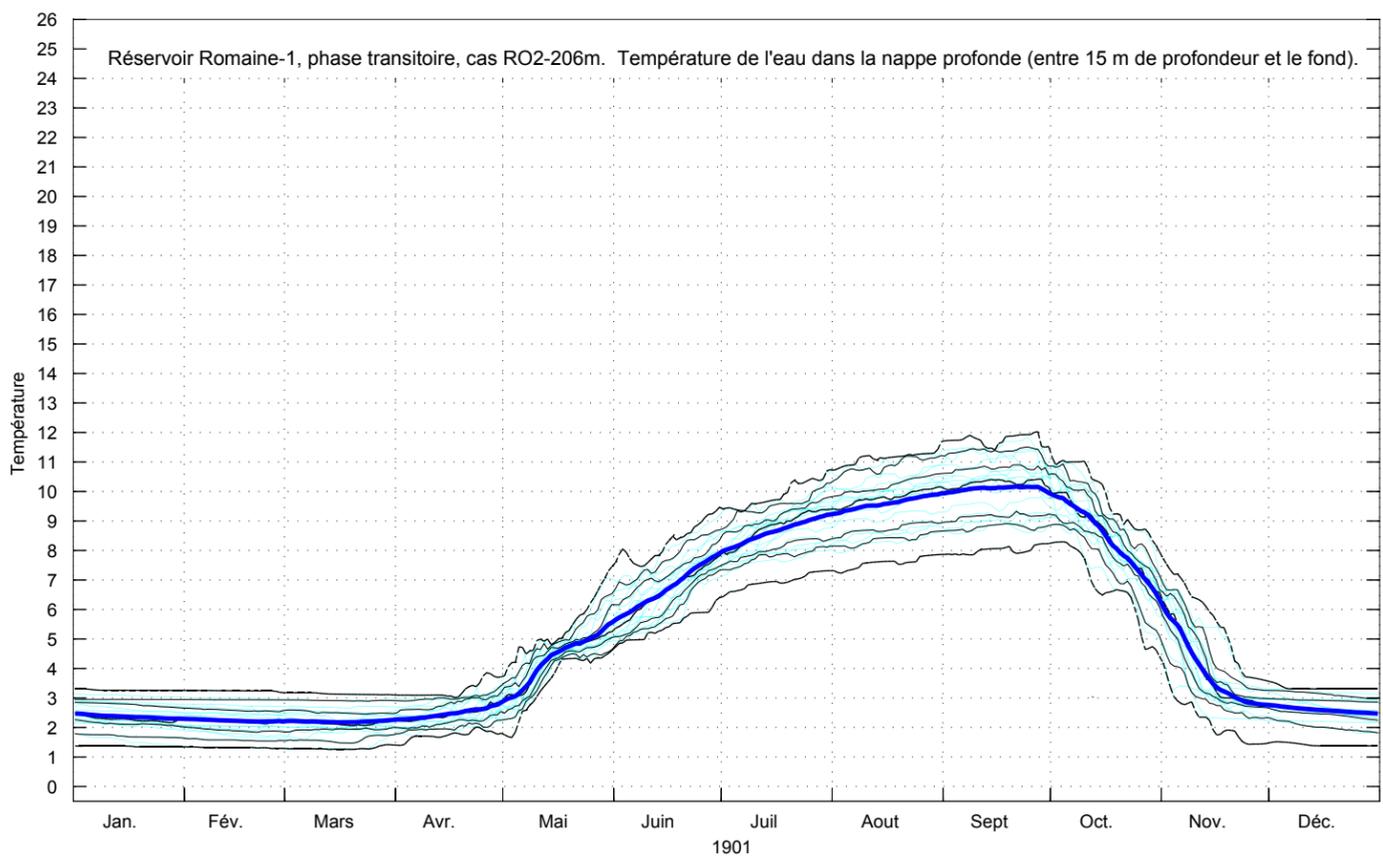
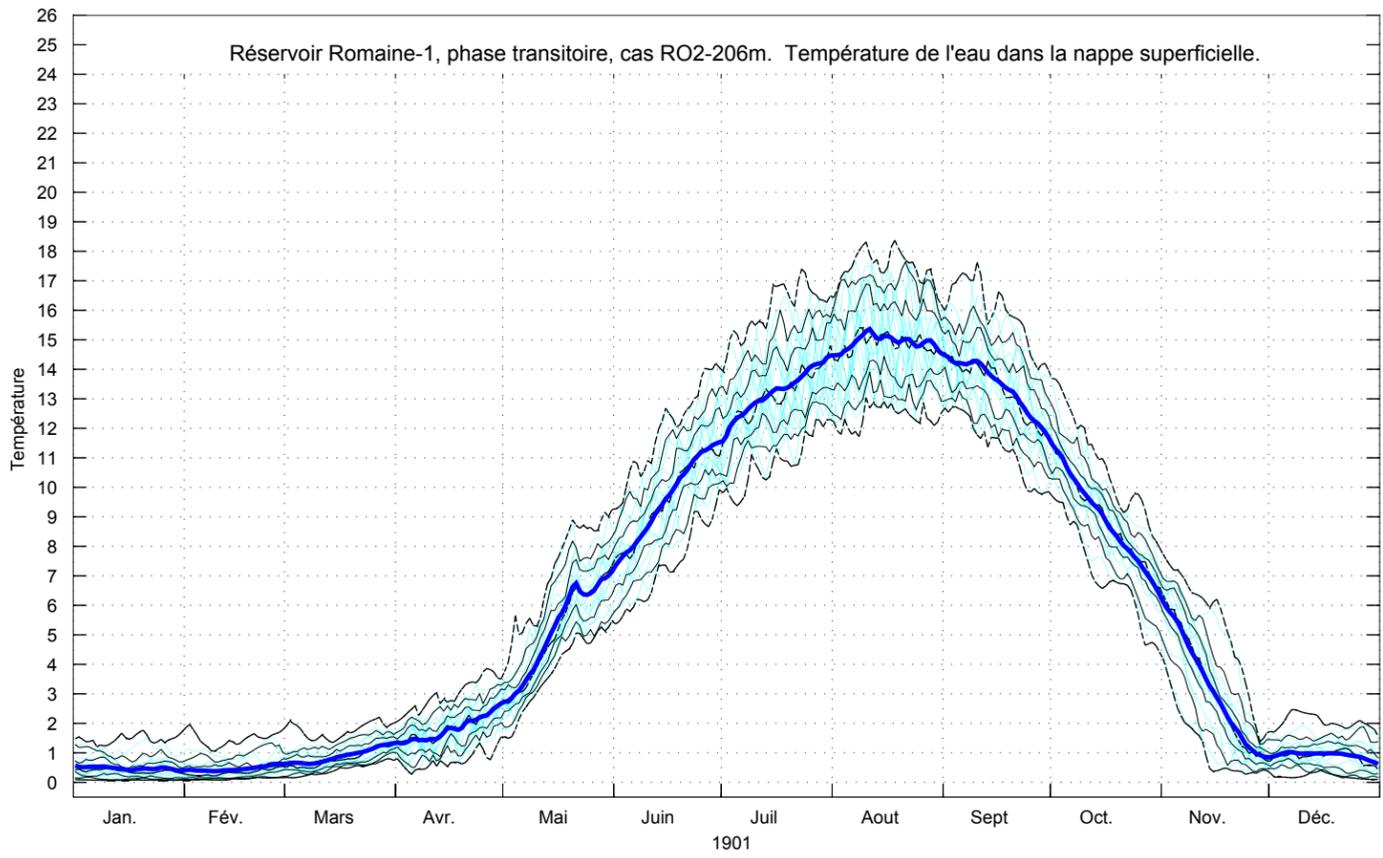


Planche B-12.
 Réservoir Romaine-1, phase transitoire, cas RO2-206m. Profils verticaux instantanés et séries temporelles de la température de l'eau dans le réservoir.

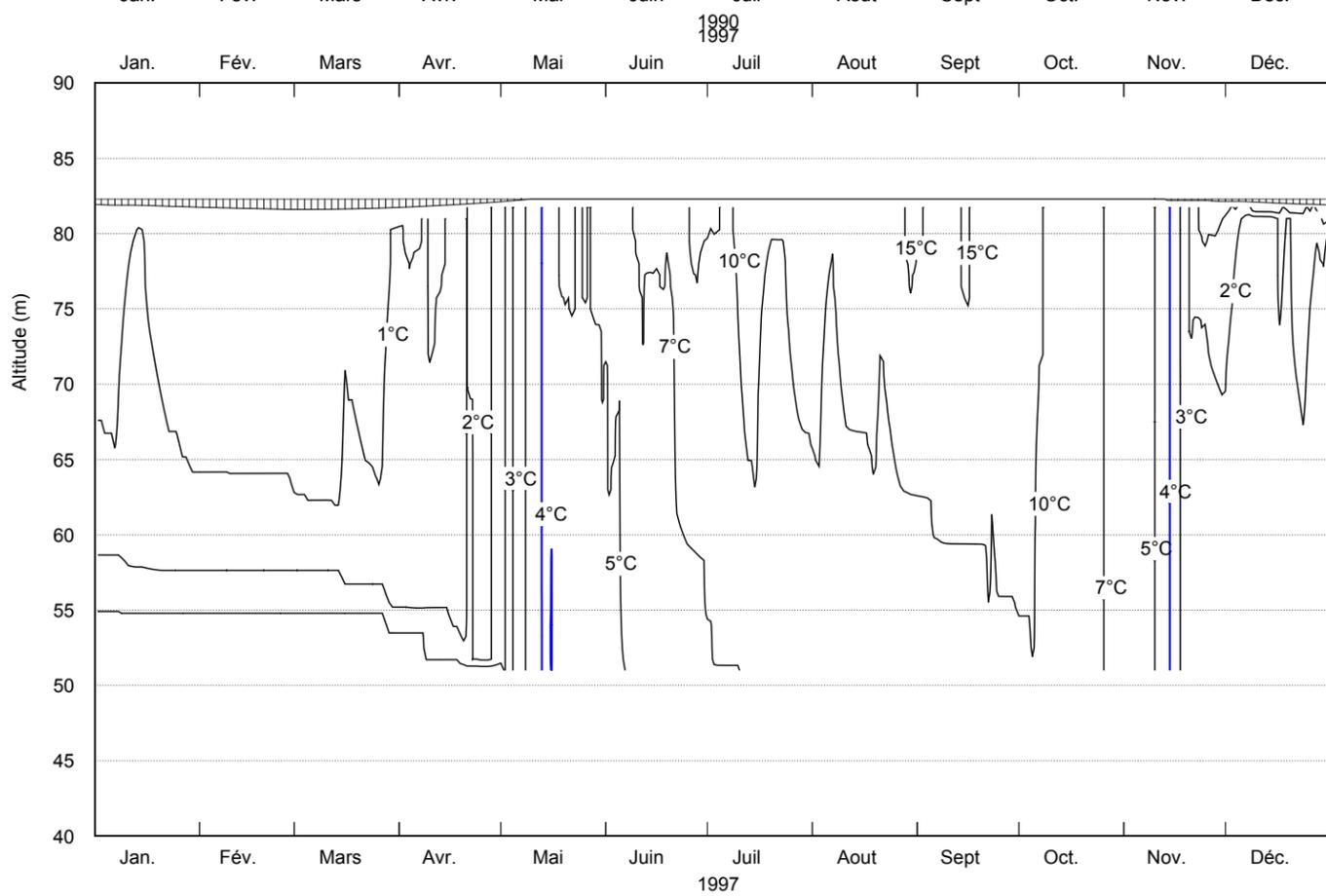
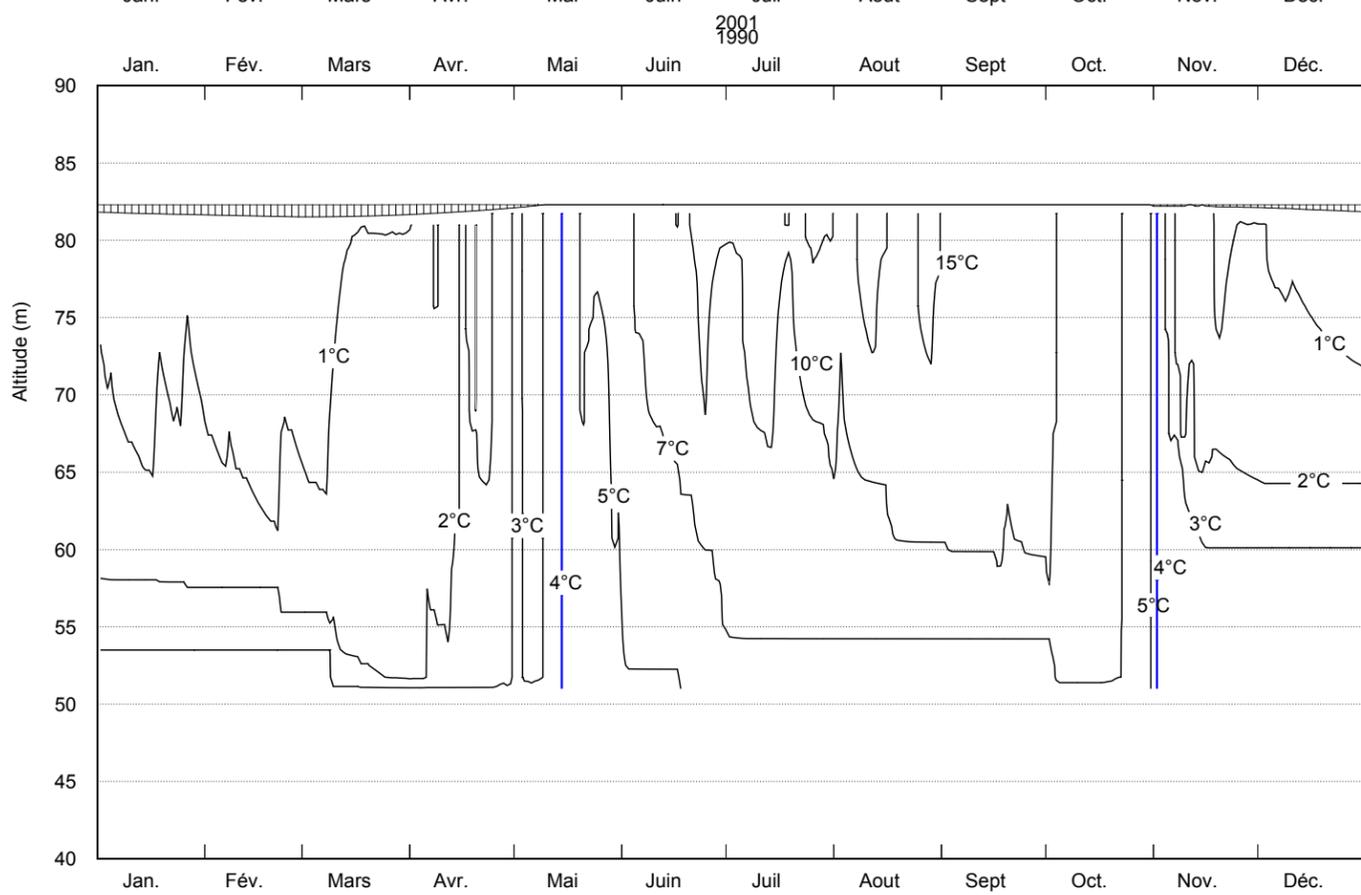
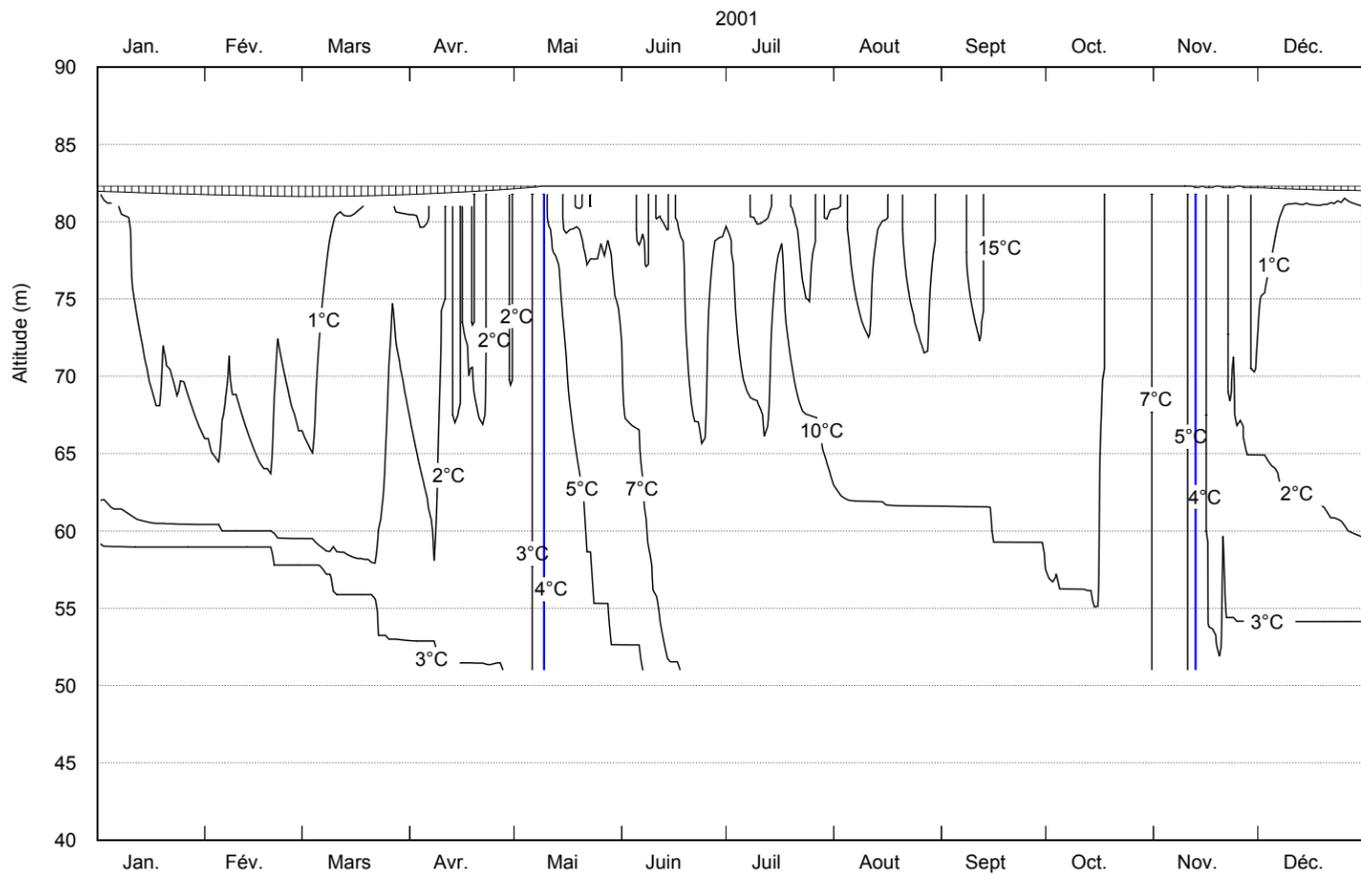


Planche B-13.

Romaine-1, phase transitoire, cas RO2-206m. Isothermes dans le réservoir pour trois années-type.

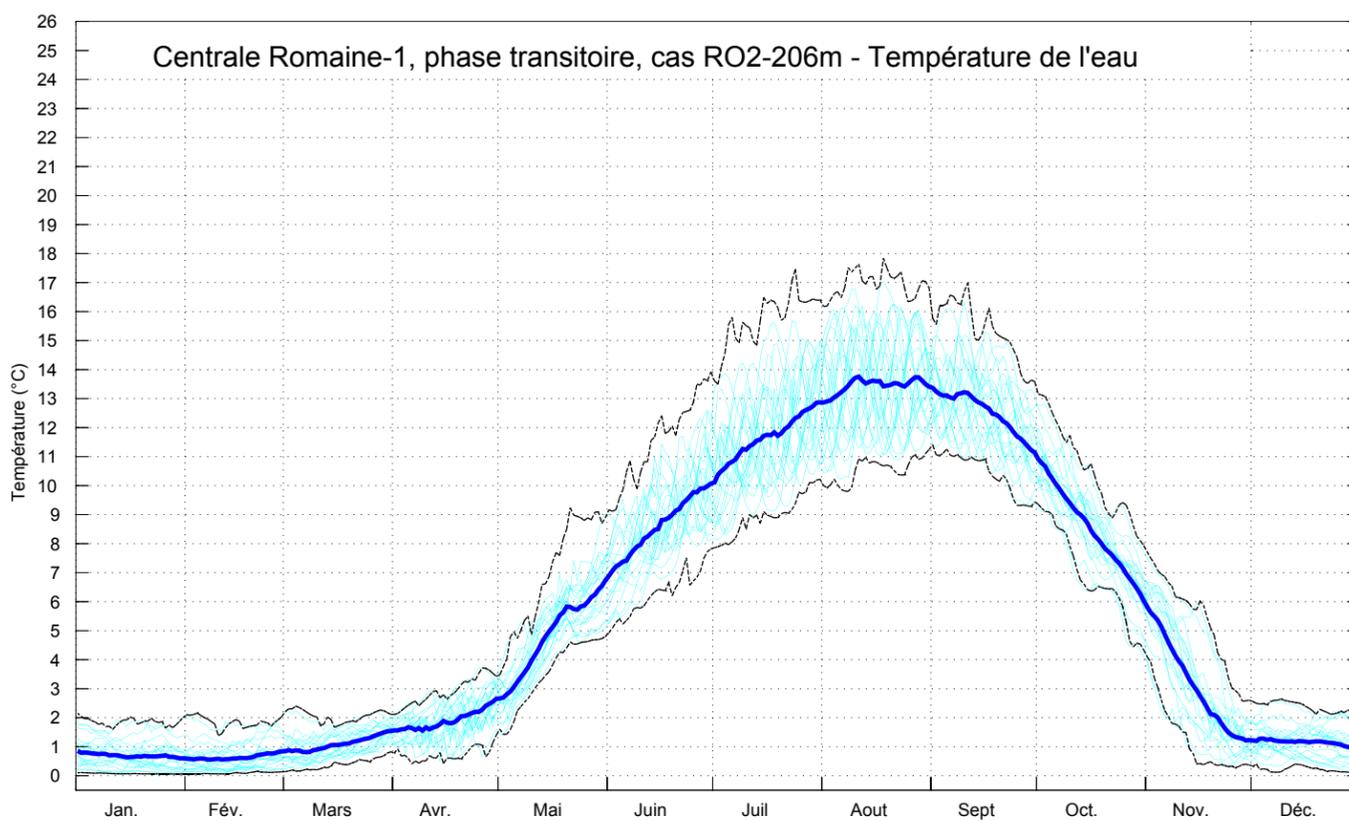
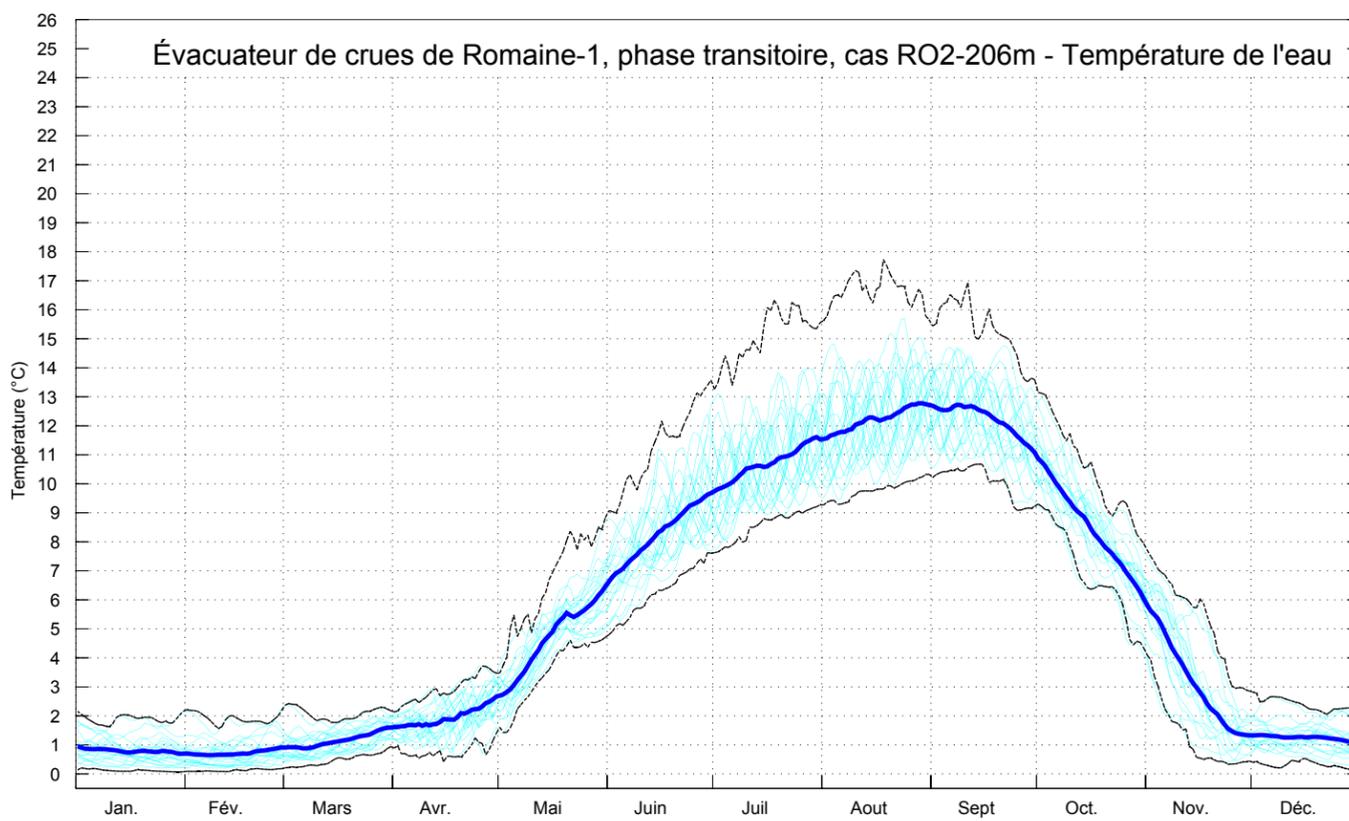
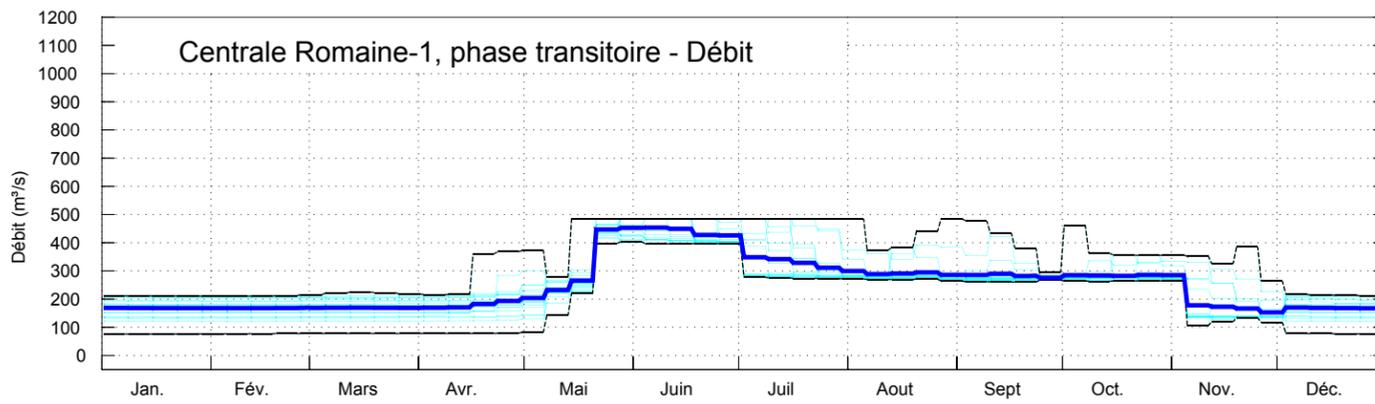
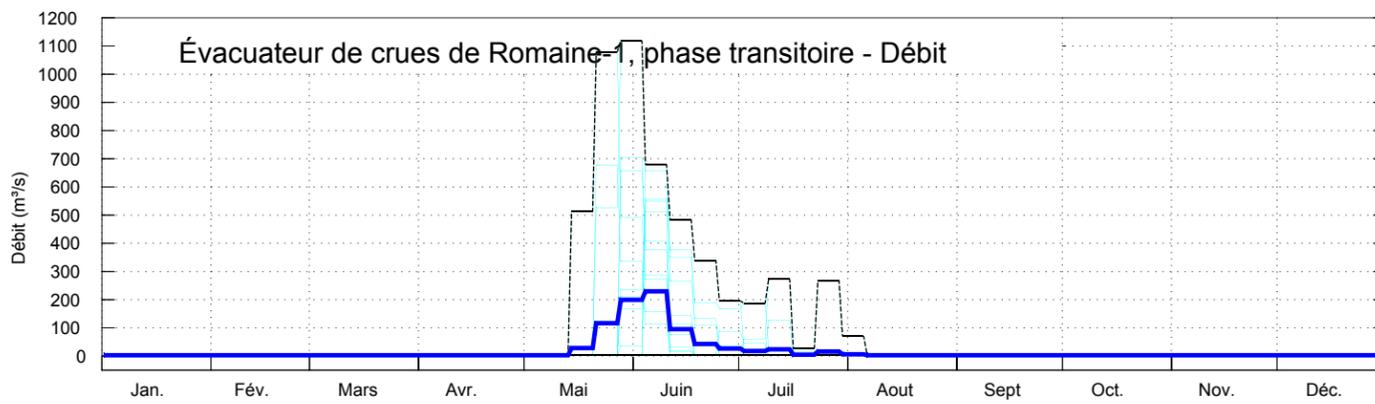


Planche B-14.
 Réservoir Romaine-1, phase transitoire, cas RO2-206m. Température de l'eau
 et débit aux exutoires.

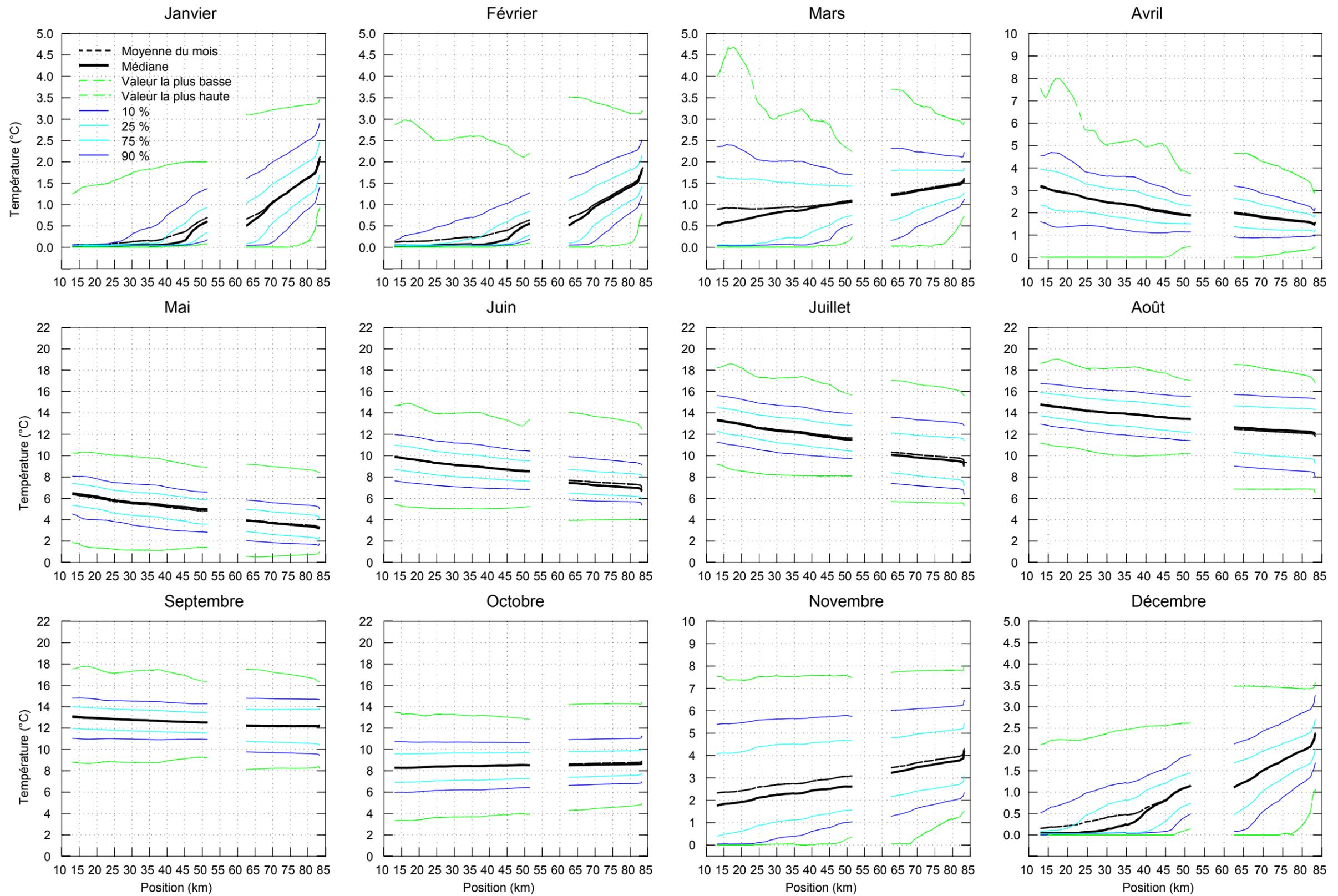


Planche B-15.

Rivière Romaine, phase transitoire avec Romaine-2 et Romaine-1, cas RO2-206m.
 Tronçons fluviaux situés entre Romaine-2 et le PK 13. Profils longitudinaux mensuels de la température de l'eau.