

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES

SUR LES

**HYDROPHYTES DE BELGIQUE.**

---

TROISIÈME MÉMOIRE,

CONTENANT LES

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES, ZOOLOGIQUES, BOTANIQUES ET CHIMIQUES SUR L'INFLUENCE QU'EXERCENT LA LUMIÈRE, LES ALGUES ET LES ANIMALCULES DE COULEUR VERTE OU ROUGE, CONTENUS DANS LES EAUX STAGNANTES ET COURANTES, SUR LA QUANTITÉ ET LA QUALITÉ DES GAZ QUE CELLES-CI PEUVENT CONTENIR ;

par

AUGUSTE MORREN,

ANCIEN PROFESSEUR DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE AU COLLÈGE ROYAL D'ANGERS.  
ACTUELLEMENT PROVISEUR AU MÊME COLLÈGE, ETC., ETC.,

et

CHARLES MORREN,

PROFESSEUR ORDINAIRE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES A L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE, ETC., ETC.

---

(Mémoire lu à l'académie royale de Bruxelles le 7 février 1841.)





## AVIS.

---

Avant d'exposer méthodiquement l'ensemble des recherches qui font l'objet de ce mémoire, nous croyons convenable d'indiquer succinctement les circonstances qui nous ont conduits à ce travail.

L'un de nous avait eu à faire l'analyse de l'eau d'un grand nombre de puits et fontaines de la ville d'Angers, ainsi que l'examen des gaz que ces eaux pouvaient contenir. Il eut la pensée de soumettre aux mêmes épreuves l'eau stagnante de quelques étangs voisins, et il trouva que l'eau de ceux-ci, habituellement imprégnée d'une assez grande quantité de substances végétales et animales, tenait en dissolution, malgré le contact d'une atmosphère sans cesse renouvelée, un gaz souvent moins riche en oxygène que l'eau des deux fleuves la Maine et la Loire, qui coulent près d'Angers, et même que l'eau des puits et des fontaines de cette contrée.

D'après le beau travail de MM. de Humbolt et Gay-Lussac, sur l'eudiométrie, on sait que dans son état normal l'eau courante des fleuves, ou l'eau distillée bien aérée, tient en dissolution environ le vingt-cinquième de son volume d'oxygène et d'azote, dans la proportion de 32 d'oxygène et 68 d'azote. Il fut donc bien étrangement surpris lorsque, par une belle journée du mois de juillet, ayant analysé l'air extrait par l'ébullition de l'eau d'un vivier, il vit qu'elle contenait de 56 à 58 pour

100 d'oxygène. Cette eau avait un aspect verdâtre. Il recommença l'expérience en la filtrant avec soin, afin de la débarrasser de cette substance verte étrangère, qui pouvait peut-être lui amener un si singulier résultat, mais l'analyse lui donna toujours les mêmes nombres. Le lendemain, il analysa de nouveau l'air extrait de l'eau du même vivier, puisée en différents moments de la journée. Le matin, cet air ne contenait que 25 pour 100 d'oxygène, vers midi 48 pour 100, à 5 heures du soir 61 pour 100; c'est le nombre le plus fort qu'il ait jamais trouvé. Le volume de l'air dissous était variable et augmentait notablement avec la quantité d'oxygène. La quantité d'azote restait sensiblement constante, mais l'acide carbonique contenu dans l'eau variait aussi.

Ces expériences lui prouvaient bien clairement que la lumière solaire jouait un rôle important dans ces phénomènes, mais il vit bientôt qu'elle n'en était pas la seule cause. En effet, le temps se refroidit pendant quelques jours, il tomba de la pluie avec assez d'abondance, et ces jours-là, comme il s'y attendait, la quantité d'oxygène fut souvent inférieure à 28 pour 100. Le beau temps revint, il continuait les analyses, la quantité d'oxygène augmenta un peu, mais sans jamais dépasser 33 à 34 pour 100, malgré un ciel sans nuage et par conséquent une insolation continuelle. Il remarquait en même temps que l'eau avait d'elle-même perdu son aspect verdâtre, elle était redevenue parfaitement limpide. Cet état de chose se soutint jusque dans le milieu d'août. A cette époque la substance verte se remontra, et avec elle, sous l'influence solaire, une vive oxygénation de l'eau; en l'absence du soleil et de la chaleur, le chiffre de l'oxygène descendait rapidement. La substance verte était donc indispensable pour que l'eau pût se charger d'oxygène <sup>1</sup>. Son rôle ici était facile à déterminer, chacun


<sup>1</sup> Des expériences récentes viennent de nous prouver que l'oxygène est simplement ici dissous par l'eau riche en animalcules verts, et que ce n'est pas une combinaison chimique analogue à celle

sait l'influence du soleil sur les parties vertes des végétaux ; qu'elle était cette substance verte ? Examinée au microscope, elle offrait un nombre infini d'animalcules microscopiques mais presque exclusivement le *Chloredomonas pulvisculus* d'Ehrenberg, l'eau en était colorée en vert. Cet animalcule agissait donc ici comme un végétal. Aussitôt s'offrirent à sa mémoire les opinions différentes et les intéressantes discussions d'Ehrenberg, de Bory de St-Vincent, d'Agardh, de Gail- lon, etc., sur la nature des Conferves, sur les animalcules, etc., etc. D'où venait la disparition presque subite de ces animalcules ? une foule d'intéressantes questions se présentaient à son esprit ; il fut donc entraîné à étudier avec soin et patience cet ensemble de faits qu'il venait de découvrir, persuadé que leur étude fournirait quelques données précieuses pour la solution de ces curieux problèmes de physiologie végétale ; mais il fallait suivre ces phénomènes pas à pas pendant chaque jour de l'année. Il se trouvait alors dans les premiers jours de septembre 1835. La saison était trop avancée ; il se borna donc à mieux constater les différents faits que nous venons d'indiquer, à tâcher d'en saisir les plus importants détails, décidé à se livrer, dès les premiers moments de l'année 1836, à l'étude assidue de tous ces phénomènes. Les recherches dont le récit forme ce mémoire sont donc de deux sortes, comprises toutes les deux sous le nom de recherches de physiologie et de chimie végétales. Mais la première partie aura plus spécialement pour but ce qui est relatif à la physique végéto-animale, la 2<sup>e</sup> ce qui est relatif à l'existence et à la reproduction de ces êtres ambigus, que la nature a placés sur la limite des deux règnes végétal

qui a lieu lors de la fixation de l'oxygène dans l'eau oxygénée. Toutefois nous attendons le moment favorable pour décider la question d'une manière péremptoire, les expériences récentes dont nous parlons ayant été faites dans les derniers jours de janvier 1841, et au moment d'une oxygénation peu considérable.

et animal, comme pour effacer toute ligne nette et tranchée qui séparerait l'un de l'autre. C'est dans des mémoires séparés que l'un de nous habitant la Belgique, a consigné ses observations sur les animalcules verts et rouges dont les genres se rapprochent de ceux trouvés à Angers.

C'est l'ensemble de tous ces travaux et les curieux résultats auxquels ils nous ont conduits, que nous venons soumettre à l'académie royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles.



---

## RECHERCHES

PHYSIOLOGIQUES, ZOOLOGIQUES, BOTANIQUES ET CHIMIQUES SUR L'INFLUENCE QU'EXERCENT LA LUMIÈRE, LES ALGUES ET LES ANIMALCULES DE COULEUR VERTE OU ROUGE, CONTENUS DANS LES EAUX STAGNANTES ET COURANTES, SUR LA QUANTITÉ ET LA QUALITÉ DES GAZ QUE CELLES-CI PEUVENT CONTENIR.

---

### PREMIÈRE PARTIE.

---

#### RECHERCHES CHIMIQUES.

Nous commencerons par dire quelques mots sur les différentes précautions que nous avons jugées nécessaires dans l'extraction et l'analyse des gaz que l'eau soumise à l'ébullition devait nous offrir. Nous ne parlerons pas de la pression et de la température, tout le monde sait que pour rendre des travaux sur des gaz (en volume) comparables, il faut en ramener scrupuleusement les résultats à la même température et à la même pression. Nous n'avons jamais négligé ces indispensables précautions. Les instruments qui nous ont servi avaient

été faits par l'un de nous, et de plus ils ont été vérifiés à des époques assez rapprochées.

Pour l'extraction des gaz, nous nous sommes procuré plusieurs ballons en verre d'à peu près égale capacité (de 4<sup>l</sup>, 508), de la forme dessinée dans la figure I<sup>re</sup>, pl. I, un bouchon dont la partie inférieure était évasée en forme d'entonnoir, était adapté à l'extrémité du col du ballon, un tube le traversant et se contournant, allait, au moyen d'un fort tuyau de caoutchouc entouré avec soin d'une forte ficelle, pour le préserver contre l'action de l'eau chaude et de la vapeur d'eau (les tubes de cette manière résistent à une ébullition prolongée), se joindre à un autre tube en verre recourbé, plongeant dans une capsule de porcelaine et placé sur le goulot d'un flacon. Nous avons fait nos expériences en remplissant le ballon d'eau jusqu'en *AB*, ce volume avait été mesuré avec soin. Le reste du col, le tube, la capsule de porcelaine et le flacon étaient remplis d'huile d'olive, et comme l'eau ne se dilatant pas à 100° au delà de *cd*, il s'en suit qu'on était sûr d'opérer toujours sur la même quantité d'eau, et d'en bien extraire tous les gaz qu'elle pouvait contenir. L'eau était maintenue à une ébullition excessivement douce pendant une demi-heure.

Pour les analyses, nous avons constamment employé l'eudiomètre à eau de Volta, et comme le plus commode, nous nous sommes servis de préférence de celui à deux robinets. Celui de M. Gay-Lussac, à soupape, était plus exact, mais nous le trouvons moins expéditif, et moyennant une légère modification, celui de Volta à deux robinets peut devenir aussi scrupuleusement exact que celui de M. Gay-Lussac. On sait qu'au moment de la détonation par l'étincelle électrique, si les deux robinets sont fermés, le vide se produit, et avant qu'on ait eu le temps d'ouvrir le robinet inférieur, l'eau qui tient des gaz en dissolution peut en laisser échapper dans le vide qui est au-dessus d'elle, et frapper d'une erreur (légère il est vrai) l'analyse du gaz; pour obvier à cet inconvénient, il suffit de placer dans l'intérieur du tube un petit disque en cuivre mince qui, par son poids, peut tomber et fermer l'orifice au-dessus du robinet inférieur. Ce robinet reste toujours ouvert, et



lors de la détonation, le disque mince s'appuyant sur la partie *mn* qui est légèrement concave, ferme l'ouverture du robinet *A*. La détonation se fait donc comme si le robinet *A* était fermé, après la détonation la plaque mince est soulevée par l'eau, qui rentre dans l'appareil pour tenir la place du gaz qui a disparu. De cette manière l'eau, quelque riche qu'elle puisse être en gaz dissous, n'en laisse pas dégager un atome. On pourrait objecter que cette plaque mince gêne un peu la manipulation des gaz, et peut même en arrêter quelques bulles quand on les introduit dans l'eudiomètre. D'abord nous répondrons que sa légèreté lui permet facilement d'être soulevée, et qu'ensuite si l'on prend la précaution d'introduire le premier le gaz à analyser, s'il reste à la plaque quelques bulles adhérentes, elles seront enlevées complètement par le gaz que l'on ajoute en excès pour servir à analyser le premier; lors de la détonation, si quelques bulles du dernier gaz avaient pu rester encore, elles seraient ramenées par l'eau qui rentre dans l'appareil, et la mesure des gaz se ferait toujours avec exactitude.

Nous choisismes pour nos expériences un vivier profond, sa capacité était de 20 pieds sur toutes les dimensions ou 8009 pieds cubes, aucune conferve ou production ne s'élevait du fond. Les murs étaient de pierre d'ardoise, il ne se développait contre eux qu'une très-petite quantité de productions confervoïdes. On apercevait seulement sur les parois des flocons de *Meloseira varians*. Cette diatomée en flocons ferrugineux recouvrait de son ombre une autre production, le *Conferva vesicata*, mais qui n'arrivait jamais à de grandes dimensions. (Ces algues disparaissent en juin, juillet et août). Cette absence de conferves nous convenait; sans elle nous aurions été embarrassés au milieu d'un dédale de productions organiques.

Toutefois, nous n'avons pas borné nos observations à ce seul vivier; nous nous sommes assurés par intervalle que les phénomènes que nous étudions n'étaient pas bornés à une seule localité; l'eau de notre rivière, dont le courant est peu rapide, les présentait elle-même, mais à un degré très-peu marqué et à de rares époques dans l'année.

Voici le tableau de nos observations.

DATE DU MOIS.	ÉTAT DU CIEL.	GAZ extrait.	ACIDE carbon.	GAZ oxygène.	Observations.
11 mars . . . . .	Un peu couvert . .	<sup>m</sup> Indéter.	7,00	50,62	Les chlamidomonades vertes qui avaient paru dans les premiers jours de mars se sont cachées.
12 " . . . . .	Id. . . . .	15,51	8,00	29,42	
15 " . . . . .	Id. . . . .	15,52	6,00	51,25	
14 " . . . . .	Un peu de soleil . .	15,61	5,00	51,02	
15 " . . . . .	Beau temps, soleil.	16,41	4,00	52,42	
16 " . . . . .	Idem, vent d'est . .	16,51	5,20	52,51	
17 " . . . . .	Id. . . . .	16,50	4,11	52,11	
18 " . . . . .	Moins beau . . . .	16,00	7,01	50,01	
19 " . . . . .	Id. . . . .	16,20	12,01	52,10	
20 " . . . . .	Beau temps . . . .	16,10	8,20	55,61	
21 " à 7 heures . .	Couvert . . . . .	15,24	5,20	54,51	
21 " à 5 " . . . .	Id. . . . .	16,01	4,11	42,96	
22 " . . . . .	Id. . . . .	14,49	12,01	55,24	
23 " . . . . .	Id. . . . .	15,22	9,26	57,48	
24 " à 7 heures . .	Doux, couvert . . .	15,04	8,61	52,10	
24 " à 5 " . . . .	Id. . . . .	15,51	7,22	40,27	
25 " . . . . .	Id. . . . .	14,19	9,24	58,91	
26 " . . . . .	Mauvais temps . . .	15,86	10,50	52,80	
27 " . . . . .	Assez beau, du soleil.	16,01	6,04	41,78	
28 " . . . . .	Mauvais temps . . .	12,69	10,09	50,54	
29 " à 7 heures . .	Assez beau, soleil .	11,82	8,11	50,22	Les chlamidomonades ont complètement disparu.
29 " à 5 " . . . .	Id. . . . .	12,02	7,92	50,01	
30 " . . . . .	Variable, pluie . .	12,02	7,92	50,01	
31 " . . . . .	Pluie . . . . .	12,00	8,22	50,01	
1 avril . . . . .	Mauvais temps . . .	11,25	8,50	29,61	
2 " . . . . .	Id. . . . .	11,42	8,10	29,20	
3 " . . . . .	Id. . . . .	11,54	9,01	29,61	
4 " . . . . .	Assez beau . . . .	12,01	9,20	50,01	
5 " . . . . .	Id. . . . .	12,27	9,04	29,61	
6 " . . . . .	Mauvais temps . . .	15,01	10,05	28,90	
7 " . . . . .	Pluie froide . . . .	14,21	12,21	28,84	
8 " . . . . .	Id. . . . .	14,51	12,41	28,89	Les chlamidomonades reparaissent en beaucoup plus grande quantité.
9 " . . . . .	" . . . . .	"	"	"	
10 " . . . . .	Assez beau . . . .	14,28	12,61	50,41	
11 " . . . . .	Assez doux . . . .	15,17	9,50	42,15	
12 " . . . . .	Id. . . . .	15,59	9,51	47,91	
15 " . . . . .	Temps printanier . .	18,21	4,20	50,98	
14 " . . . . .	Doux, couvert . . .	15,01	5,90	46,55	
15 " . . . . .	Beau . . . . .	16,97	7,10	48,50	

DATE DU MOIS.	ÉTAT DU CIEL.	GAZ extrait.	ACIDE carbon.	GAZ oxygène.	Observations.
16 avril . . . .	Beau et assez doux.	<sup>m</sup> 16,29	7,70	47,82	Les chlamidomonades sont très-vives.
17 " à 7 heures .	Beau . . . . .	16,01	9,79	53,00	
17 " à 5 " .	Id. . . . .	15,09	0,00	47,06	
18 " à 7 " .	Id. . . . .	16,22	10,21	50,12	
18 " à 3 " .	Id. . . . .	16,04	6,21	50,42	
19 " . . . . .	Assez beau . . .	16,44	3,80	50,50	
20 " . . . . .	Beau, soleil . .	18,55	5,90	48,85	
21 " . . . . .	Id. . . . .	"	"	"	
22 " . . . . .	Id. . . . .	17,60	6,40	50,59	
23 " . . . . .	Couvert . . . . .	15,17	4,20	48,74	
24 " . . . . .	Froid. . . . .	"	"	"	
25 " à 10 heures.	Assez beau . . .	14,61	4,92	51,19	
25 " à 5 " .	Id. . . . .	15,22	4,02	40,77	
26 " à 7 " .	Couvert . . . . .	15,12	4,52	28,67	
26 " à 5 " .	Id. . . . .	16,19	3,22	40,61	
27 " à 7 " .	Mauvais temps .	15,11	5,20	28,19	Les chlamidomonades disparaissent en grande partie.
27 " à 5 " .	Grêle . . . . .	14,47	2,50	37,81	
28 " à 7 " .	Mauvais temps .	12,81	7,61	29,15	
28 " à 5 " .	Id. . . . .	15,91	5,19	56,19	
29 " à 7 " .	Froid, couvert .	12,61	7,01	29,19	
29 " à 5 " .	Id. . . . .	15,50	5,80	58,41	
30 " à 7 " .	Couvert, neige .	15,01	4,10	50,10	
30 " à 5 " .	Id. . . . .	14,01	7,50	56,70	
1 mai . . . . .	Couvert . . . . .	14,19	8,10	29,19	
1 " à 5 heures .	Id. froid . . .	14,91	9,00	55,14	
2 " . . . . .	Id. . . . .	15,01	6,91	54,52	Expériences manquées.
3 " . . . . .	Id. . . . .	"	"	"	
4 " . . . . .	Id. . . . .	14,06	6,40	55,52	
5 " . . . . .	Id. . . . .	15,21	7,91	28,19	
6 " . . . . .	Pluie . . . . .	15,54	0,00	25,79	
7 " . . . . .	Pluie, mauv. temps.	12,61	6,50	50,12	
8 " . . . . .	Temps variable. .	11,19	7,10	29,19	
9 " . . . . .	Id. . . . .	11,22	9,51	26,51	Pas d'expériences. Les chlamidomonades reparaissent.
10 " à 7 heures .	Un peu de soleil .	15,01	8,19	25,20	
10 " à 5 " .	Id. . . . .	15,06	15,00	50,18	
11 " . . . . .	Assez beau . . .	15,01	9,50	50,00	
12 " . . . . .	Beau . . . . .	"	"	"	
13 " . . . . .	Id. . . . .	16,19	5,01	45,21	
14 " à 7 heures .	Id. . . . .	15,01	5,85	28,61	

DATE DU MOIS.	ÉTAT DU CIEL.	GAZ extrait.	ACIDE carbon.	GAZ oxygène.	Observations.
14 mai à 5 heures .	Très-beau . . .	m 18,14	4,19	45,97	Nous avons fait mettre un drap épais sur le vivier.
15 " . . . . .	Id. . . . .	11,94	10,20	27,01	
16 " . . . . .	Id. . . . .	11,28	11,54	22,41	
17 " . . . . .	Id. . . . .	15,01	4,06	49,51	Air libre.
18 " à 7 heures.	Beau . . . . .	15,19	4,19	29,17	
18 " à 5 " .	Orageux . . . .	15,04	5,06	45,02	
19 " à 7 " .	Id. . . . .	15,04	4,27	29,01	
19 " à 12 " .	Id. . . . .	14,19	4,00	58,22	
19 " à 4 " .	Id. . . . .	14,21	5,16	46,61	
20 " . . . . .	Id. . . . .	14,61	4,21	45,87	
21 " à 7 heures.	Très-beau . . .	15,19	4,19	29,20	
21 " à 12 " .	Id. . . . .	16,01	4,10	55,81	
21 " à 5 " .	Id. . . . .	16,01	5,01	51,81	
21 " à 6 " .	Id. . . . .	16,01	5,00	50,01	
21 " à 7 h. soir.	Id. . . . .	16,01	5,00	50,00	
22 " . . . . .	Pluie tiède . . .	15,04	"	51,46	Pas d'expériences.
25 " . . . . .	Beau . . . . .	"	"	"	
24 " . . . . .	Pluie tiède . . .	14,27	4,19	45,51	
25 " . . . . .	Assez beau . . .	19,19	6,02	40,51	
26 " . . . . .	Froid, couvert . .	14,27	8,19	54,21	
27 " . . . . .	Assez beau . . .	15,45	6,22	40,89	
28 " . . . . .	Id. . . . .	15,95	5,01	41,27	Pas d'expériences.
29 " . . . . .	Froid, couvert . .	"	"	"	
30 " à 7 heures .	Très-beau . . .	15,27	10,21	52,20	
30 " à 5 " .	Id. . . . .	16,19	5,01	42,17	
31 " . . . . .	Beau . . . . .	16,60	7,19	41,90	
1 juin . . . . .	Très-beau . . .	17,19	5,27	48,59	
2 " à 7 heures .	Froid, couvert . .	15,45	4,25	51,81	
2 " à 5 " .	Pluie chaude . .	15,19	6,71	48,79	
3 " . . . . .	Pluie fine . . .	15,01	6,91	47,21	
4 " . . . . .	Pluie et vent . .	14,04	8,01	48,80	
5 " . . . . .	Couvert . . . . .	"	"	"	
6 " à 7 heures .	Id. . . . .	12,27	5,01	54,15	Les animalcules verts sont moins abon- dants, et l'eau devient plus limpide.
6 " à 1 " .	Id. . . . .	14,56	5,06	40,68	
6 " à 5 " .	Assez beau . . .	15,81	4,92	42,19	
7 " à 7 " .	Couvert . . . . .	15,45	5,29	52,17	
7 " à 1 " .	Variable . . . .	15,49	5,51	42,59	
7 " à 5 " .	Couvert . . . . .	16,65	5,04	45,01	
8 " à 6 " .	Id. . . . .	15,18	5,19	55,28	

DATE DU MOIS.	ÉTAT DU CIEL.	GAZ extrait.	ACIDE carbon.	GAZ oxygène.	Observations.
8 juin à 1 heure .	Couvert . . . .	<sup>m</sup> 14,65	5,25	40,86	Pas d'expériences. Id. Id. Id.
8 " à 5 " .	Id. . . . .	15,01	7,10	40,96	
9 " . . . . .	Id. . . . .	"	"	"	
10 " . . . . .	Id. . . . .	"	"	"	
11 " . . . . .	Id. . . . .	"	"	"	
12 " . . . . .	Id. . . . .	"	"	"	Id.
13 " à 6 h. mat.	Très-beau . . .	15,05	5,41	55,56	L'eau est tout à fait limpide; les chlamidomonades ont presque totalement disparu.
13 " à 1 heure .	Id. . . . .	15,27	5,27	42,27	
13 " à 5 " .	Id. . . . .	15,81	5,04	45,16	
14 " . . . . .	Id. . . . .	14,62	5,05	40,17	
15 " à 7 heures .	Un peu couvert.	15,01	6,17	50,04	
15 " à 1 " .	Id. . . . .	16,82	5,27	59,60	
15 " à 5 " .	Couvert . . . .	16,19	6,14	59,60	
16 " à 7 " .	Id. . . . .	15,00	6,01	52,78	
16 " à 1 " .	Pluie fine . . .	14,27	7,19	55,01	
16 " à 4 " .	Couvert . . . .	14,27	7,20	55,00	
17 " . . . . .	Id. . . . .	14,45	7,42	52,21	L'eau est toujours limpide.
18 " . . . . .	Couvert, froid .	14,00	8,15	50,17	
19 " . . . . .	Couvert . . . .	14,55	9,21	51,28	
20 " . . . . .	Beau . . . . .	15,52	6,42	54,21	
21 " . . . . .	Id. . . . .	16,27	5,19	55,52	
22 " . . . . .	Id. . . . .	15,81	5,01	56,15	Quelques animalcules verts recommencent à paraître.
23 " à 7 heures .	Id. . . . .	15,85	6,28	51,00	
23 " à 1 " .	Id. . . . .	16,05	6,86	41,27	
23 " à 4 " .	Beau, chaud . .	17,16	4,27	46,15	
24 " . . . . .	Beau . . . . .	16,21	4,52	45,12	
25 " . . . . .	Couvert . . . .	16,01	9,2	59,84	L'eau est redevenue limpide.
26 " . . . . .	Beau, froid . . .	"	"	"	
27 " à 7 heures .	Très-beau . . .	15,27	7,2	27,19	
27 " à 5 " .	Id. . . . .	15,85	5,7	44,06	
28 " à 5 " .	Id. . . . .	16,22	12,60	50,59	
28 " à 1 " .	Id. . . . .	16,15	10,41	55,89	Les chlamidomonades reparaissent.
29 " . . . . .	Id. . . . .	16,67	10,19	55,45	
30 " . . . . .	Id. . . . .	17,01	9,4	54,19	
1 juillet . . . .	Id. . . . .	17,42	8,55	46,95	
2 " . . . . .	Beau . . . . .	17,28	7,42	45,55	
3 " . . . . .	Id. . . . .	17,26	7,19	46,29	
4 " . . . . .	Id. . . . .	17,55	8,45	46,61	
5 " . . . . .	Id. . . . .	17,47	8,01	41,80	

DATE DU MOIS.	ÉTAT DU CIEL.	GAZ extrait.	ACIDE carbon.	GAZ oxygène.	Observations.
6 juillet . . . .	Assez beau . . . .	<sup>m</sup> 17,62	9,71	56,19	Ce seul jour l'eau a été limpide. — L'eau redevient verdâtre.
7 " . . . .	Gris et froid subit . . . .	13,22	11,24	29,17	
8 " . . . .	Très-beau . . . .	17,82	12,19	50,00	
9 " . . . .	" . . . .	<sup>1</sup> 11,28	17,00	21,50	<sup>1</sup> De l'eau a été prise le 8 et conservée à l'ombre dans le laboratoire. Son analyse faite dans la journée du 9 a donné : <sup>1</sup>
9 " . . . .	" . . . .	16,52	7,22	45,51	
10 " . . . .	Très-beau . . . .	"	"	"	Pas d'expériences.
11 " . . . .	Id. . . .	"	"	"	Id.
12 " . . . .	Frais . . . .	"	"	"	Id.
13 " . . . .	Beau . . . .	15,22	14,22	56,06	Les chlamydomonades sont vives et nombreuses.
14 " . . . .	Id. . . .	15,19	15,01	58,42	
15 " . . . .	Couvert . . . .	16,05	15,27	40,27	
16 " . . . .	Beau . . . .	16,21	9,45	47,41	
17 " à 6 heures .	Id. . . .	12,55	14,85	25,19	
17 " à 1 " .	Id. . . .	"	9,05	46,95	
17 " à 4 " .	Id. . . .	17,01	5,19	50,22	
18 " à 6 h. mat.	Beau, vent . . . .	15,22	15,44	25,19	
18 " à 1 heure .	" . . . .	"	10,85	45,24	
18 " à 4 " .	Vent . . . .	16,85	6,01	51,19	
19 " . . . .	" . . . .	<sup>2</sup> 14,05	15,12	24,21	<sup>2</sup> De l'eau a été prise à 4 heures et demi et conservée dans le laboratoire à l'ombre. Son analyse le 19 a donné : <sup>2</sup>
19 " à 1 heure .	Beau . . . .	16,61	7,86	48,54	
19 " à 4 " .	Id. . . .	17,05	5,27	56,05	<sup>3</sup> De l'eau prise à 4 heures au moment de sa plus grande oxygénation a été con- servée dans le laboratoire et analysée le lendemain 20; elle a donné : <sup>3</sup>
20 " . . . .	" . . . .	<sup>5</sup> 15,14	11,01	55,55	
21 " . . . .	Assez beau . . . .	"	"	"	
22 " . . . .	Couvert . . . .	16,05	8,65	59,98 <sup>4</sup>	<sup>4</sup> Les chlamydomonades sont moins nombreuses.
23 " . . . .	Id. . . .	16,29	9,75	59,98	
24 " . . . .	Pluie . . . .	17,01	10,46	56,19	
25 " à 6 heures .	Couvert . . . .	15,91	14,15	24,59	
25 " à 5 " .	Assez beau . . . .	16,96	10,04	45,62	
26 " . . . .	Couvert . . . .	15,91	10,45	45,95	
27 " . . . .	Éclaircies . . . .	16,22	8,51	50,82	
28 " à 7 heures .	Assez beau . . . .	14,19	9,95	25,19	
28 " à 1 " .	Beau . . . .	15,85	6,42	50,01	
28 " à 5 h. soir .	Couvert . . . .	16,62	6,04	55,27	
29 " à 7 heures .	Vent, pluie . . . .	14,01	10,45	24,19	Temps froid; les chlamydomonades sont au fond de l'eau, car celle-ci a un aspect verdâtre, et cependant elle est très-limpide; de l'eau du fond est très- riche en animalcules verts et vivants.
29 " à 1 " .	Id. . . .	15,27	8,27	53,95	
29 " à 5 " .	Id. . . .	15,91	8,04	58,01	
30 " à 7 h. mat.	Variable, froid . . . .	14,00	12,15	26,27	
30 " à 1 heure .	Id. . . .	15,62	9,99	52,42	
1 Août . . . .	" . . . .	"	"	"	

DATE DU MOIS.	ÉTAT DU CIEL.	GAZ extrait.	ACIDE carbon.	GAZ oxygène.	Observations.
2 août . . . .	Beau . . . . .	<sup>m</sup> 14,96	6,04	50,27	Les chlamidomonades reparaissent.
3 " . . . .	Assez beau . . . .	15,27	5,22	55,19	
4 " . . . .	Beau . . . . .	15,28	5,44	52,21	
5 " à 7 h. mat.	Id. . . . .	14,04	8,45	22,04	
5 " à 1 heure .	Assez beau, couvert.	15,76	4,19	51,51	
6 " . . . .	Couvert . . . . .	15,82	6,21	52,09	
7 " à 7 h. mat.	Id. . . . .	15,91	8,65	25,27	
7 " à 1 heure .	Id. . . . .	15,94	7,55	50,05	
7 " à 5 " .	Assez beau . . . .	16,95	6,85	55,27	
8 " à 1 " .	Très-beau . . . .	16,00	5,02	55,26	
9 " à 7 " .	Id. . . . .	14,05	6,19	24,24	
9 " à 1 " .	Id. . . . .	16,04	2,27	56,19	
9 " à 5 " .	Id. . . . .	17,62	1,27	60,45	
10 " . . . .	" . . . . .	"	"	"	
11 " . . . .	" . . . . .	"	"	"	
12 " . . . .	" . . . . .	"	"	"	
13 " . . . .	Beau . . . . .	16,21	4,27	59,19	Jamais les chlamidomonades n'ont été plus nombreuses.
14 " . . . .	Id. . . . .	15,95	6,04	56,07	
15 " . . . .	Pluie très-froide .	15,01	16,14	44,26	La température s'est subitement refroidie.
16 " . . . .	Couvert, froid . .	14,27	19,10	52,01	
17 " . . . .	Pluie froide . . .	14,19	21,60	24,48	L'eau est verdâtre, mais les animalcules sont très-peu vifs. Ils ne disparaissent que lentement. Les poissons du vivier ont commencé à languir, un très-grand nombre parmi les plus gros sont morts le 19.
18 " . . . .	Couvert, froid . .	11,25	22,17	19,26	
19 " . . . .	Couvert . . . . .	10,22	25,04	18,01	
20 " . . . .	Assez beau . . . .	10,00	25,00	19,25	
21 " . . . .	" . . . . .	"	"	"	
22 " . . . .	" . . . . .	"	"	"	
23 " . . . .	" . . . . .	"	"	"	
24 " . . . .	Beau . . . . .	"	"	"	
25 " . . . .	Id. . . . .	"	"	"	
26 " . . . .	Id. . . . .	"	"	"	
27 " . . . .	Id. . . . .	"	"	"	
28 " . . . .	Couvert . . . . .	14,19	12,19	50,01	
29 " . . . .	Beau . . . . .	14,52	9,27	51,01	
30 " . . . .	Couvert . . . . .	15,04	11,42	27,04	
31 " . . . .	" . . . . .	"	"	"	
1 septembre . .	" . . . . .	"	"	"	
2 " . . . .	" . . . . .	"	"	"	
3 " . . . .	" . . . . .	"	"	"	
4 " . . . .	" . . . . .	"	"	"	

DATE DU MOIS.	ÉTAT DU CIEL.	GAZ extrait.	ACIDE carbon.	GAZ oxygène.	Observations.
5 septembre . . .	Assez beau . . .	<sup>m</sup> 14,01	7,45	29,54	L'eau est très-limpide, et les animalcules verts sont rares. Mais les poissons vivent parfaitement. Ils sont très-agiles.
6 " . . . . .	Id. . . . .	14,02	8,04	50,01	
7 " . . . . .	Couvert . . . .	14,19	9,27	29,28	
8 " . . . . .	Éclaircies . . .	14,56	8,45	29,96	
9 " . . . . .	Beau . . . . .	14,05	7,29	51,01	
10 " . . . . .	Assez beau . . .	15,21	8,19	29,62	La constante similitude des derniers résultats nous a engagés à terminer ici nos expériences; nous nous trouvons suffisamment éclairés.
11 " . . . . .	Variable . . . .	15,05	7,45	50,19	
12 " . . . . .	Assez beau, pluie	14,86	8,01	29,15	

Après l'inspection de ces tableaux, qui représentent les résultats d'expériences consécutives, faites pendant une année presque entière, il est facile d'en tirer immédiatement plusieurs conséquences.

A tous les moments de la journée, sous l'influence de la lumière solaire directe comme de la lumière diffuse, l'oxygénation de l'eau est une chose très-variable. Elle est moindre toutefois par la lumière diffuse.

L'oxygénation par la lumière solaire est plus faible aux époques de l'année où le soleil est moins élevé. La chaleur est donc un agent utile pour l'oxygénation. Cependant elle a lieu même dans le mois de février, par conséquent presque dans tous les mois de l'année. Le mois de janvier est le seul pour lequel nous n'avons pas d'expériences à citer. Nous n'en avons qu'une seule, mais nous n'avons pas étudié l'oxygénation lorsque la partie supérieure de l'eau était congelée. Elle est au reste nulle, lorsque la pluie tombe au moins pendant une journée entière, ou ses faibles variations sont marquées par les résultats que l'eau de pluie pourrait peut-être amener. L'oxygénation commence avec le jour, elle va en augmentant, d'abord lentement, ensuite son mouvement est assez rapide et elle atteint de 4 à 5 heures son maximum journalier. Ce maximum dépend de l'état du ciel. Il existe même sous



la lumière diffuse d'un ciel couvert de nuages, mais beaucoup moins prononcé. Il n'y a pas dans l'année d'instant pour lequel il y ait un maximum que l'oxygène de l'eau ne puisse atteindre dans d'autres époques, à l'exception cependant des mois de novembre, décembre, janvier et février. Dans les mois les plus rapprochés de l'hiver, il faut une beaucoup plus longue succession de beaux jours pour que l'eau puisse atteindre le même degré d'oxygénation. En été, par un temps chaud et par suite des décompositions organiques qui s'effectuent dans l'eau, le maximum et le minimum d'oxygénation qui se produisent dans l'espace de 24 heures, atteignent des chiffres très-éloignés, par exemple de 21 à 61 pour cent, tandis qu'à une époque plus rapprochée de l'hiver, la variation est beaucoup moindre. Vou-  
lant connaître à quel point la lumière était nécessaire à l'oxygénation, nous avons fait mettre au point du jour un drap noir sur la surface de l'eau, l'oxygénation a diminué très-sensiblement, quoiqu'elle dût s'élever beaucoup sans cette circonstance, puisque le temps était magnifique et l'eau dans une situation favorable. Nous avons voulu savoir aussi ce que devenait l'oxygène dégagé en aussi grande quantité. Restait-il dans l'eau, absorbé par les décompositions chimiques qui s'y effectuent sans cesse, ou bien se dégageait-il dans l'atmosphère? Voici, pour éclaircir cette question, l'expérience que nous avons tentée, et qui nous a conduits aux résultats suivants. Nous avons placé dans le vivier, à la surface de l'eau, un ballon de la capacité de 45 litres, il était exactement rempli d'eau, mais le col tourné vers le fond; il plongeait dans l'eau tout entier, l'extrémité du col était fermée par un bouchon n'ayant qu'une ouverture de quelques millimètres pour empêcher les gaz qui s'élèvent souvent du fond de l'eau, d'entrer dans le ballon et de venir troubler les résultats. Nous avons analysé l'air dissous dans l'eau du vivier au moment même où nous y avons placé le ballon, ce que nous avons eu soin de faire à l'époque où l'oxygénation était à son maximum, et cela par un beau temps d'été. Le 19 juillet, nous avons vu dès le soir des bulles nombreuses se manifester au haut du ballon, le lendemain au matin il y avait à la partie

supérieure du ballon un volume de gaz égal à  $3^m,82$ , qu'une dissolution de potasse a réduit à  $3^m,73$ . Ce qui donne  $2^m,3$  pour 100 d' c''. Nous avons analysé ce gaz; nous avons extrait et analysé celui que l'eau du ballon pouvait encore dissoudre, et nous avons vu à notre grand étonnement que son oxygénation n'avait pas diminué. De l'eau du vivier a été analysée au matin, au moment même de la sortie du ballon : voici les résultats que nous plaçons en regard, ils seront mieux saisis.

19 juillet à 4h $\frac{1}{2}$ du soir.	Nuit du 19 juillet au 20.		20 juillet à 7h du matin.
L'eau du vivier, au moment où le ballon y a été placé, 4h $\frac{1}{2}$ du soir, soumise à l'ébullition, a donné un volume de gaz égal à $14^m,08$ . <i>Sa composition était :</i>	L'eau contenue dans le ballon a, pendant la nuit, laissé se dégager un volume de gaz égal à $3^m,88$ . <i>Sa composition était :</i>	L'eau qui avait ainsi passé la nuit dans le ballon, soumise à l'ébullition, a donné un volume de gaz égal à $14^m,07$ . <i>Sa composition était :</i>	L'eau du vivier, au moment où le ballon en a été retiré pour l'expérience précédente, soumise à l'ébullition, a donné un vol. de gaz égal à $9^m,12$ . <i>Sa composition était :</i>
Pour 100 parties.	Pour 100 parties.	Pour 100 parties.	Pour 100 parties.
Acide carbonique. 5	Acide carbonique. 2,50	Acide carbonique. 10,89	Acide carbonique . 11,01
Oxygène . . . 56,05	Oxygène . . . 49,87	Oxygène . . . 56,01	Oxygène. . . . 28,90
Azote . . . . 58,97	Azote . . . . 47,95	Azote . . . . 55,10	Azote. . . . . 60,09
<hr/> TOTAL . . 100	<hr/> TOTAL . . 100	<hr/> TOTAL . . 100	<hr/> TOTAL . . 100

La même expérience fut répétée un grand nombre de fois, et a donné toujours des résultats analogues aux précédents. On doit donc nécessairement en conclure que l'oxygène dissous par l'eau n'est qu'en très-petite quantité employé à brûler quelques matières organiques pour former de l'acide carbonique. A la rigueur même on pourrait dire qu'il n'y en a pas, puisque la présence de la plus grande quantité d'acide carbonique peut être attribuée à la respiration des animalcules et à l'influence de la partie verte des conferves à l'ombre, d'autant plus que la quantité d'acide carbonique a été la même et pour l'eau du ballon et pour celle du vivier. L'oxygène est donc en-

tièrement livré à l'atmosphère, ce qui s'explique fort bien par l'équilibre qui doit exister entre la dissolution d'un gaz par un liquide et l'état de l'atmosphère qui recouvre ce liquide. C'est par la même raison que l'eau qui a passé la nuit dans le ballon a conservé son oxygénation, l'atmosphère factice situé au-dessus d'elle étant riche d'oxygène. Nul doute en outre, puisque la chaleur favorise le dégagement d'oxygène, que l'action des animalcules verts ne se soit prolongée plus longtemps dans l'eau du ballon que dans celle du vivier, car l'eau de <sup>1</sup> celui-ci, soumise à tous les courants que l'abaissement de température y a fait naître, a dû se refroidir promptement, tandis qu'au contraire dans le ballon l'eau a dû se refroidir avec une excessive lenteur. Ensuite, le volume de gaz que l'eau tenait en dissolution était le lendemain le même qu'il était la veille, malgré cependant le dégagement qui avait eu lieu la nuit, ce qui ne peut s'expliquer que par une action prolongée des animalcules, et les 3<sup>m</sup>,83 d'air dégagé dans le ballon n'ont en rien altéré le volume de l'air dissous.

Ainsi donc, d'après tout ce qui précède, l'oxygénation de l'eau, sous l'influence soit de la lumière solaire, soit de la lumière diffuse, tourne tout entière au profit de l'atmosphère qui, chaque nuit, lui enlève rapidement l'oxygène que l'eau pourrait posséder. Cette série de phénomènes a lieu presque toute l'année, elle commence dans les premiers jours de mars jusqu'aux pluies d'octobre et de novembre. Par un beau jour, où l'oxygénation peut quelquefois être portée à 61 ou 62 pour 100, on voit qu'un pied cube d'eau contenant de l'air riche à ce point en oxygène, laisse pendant la nuit dégager 0<sup>p</sup>,016<sup>cub.</sup> d'oxygène parfaitement pur. Ainsi 8000 pieds cubes, c'est-à-dire le vivier que nous examinons, laissait se dégager 128 pieds cubes d'oxygène pur. Mais dans la journée, le dégagement a dû avoir lieu, et même avec une énergie bien plus grande encore que la nuit, puisque nous

<sup>1</sup> L'eau du fond du vivier était moins oxygénée que celle du dessus, cependant une légère influence s'y faisait sentir, mais nous avons remarqué que le maximum d'oxygénation n'avait pas lieu au même moment.

n'avons pu constater le dégagement d'oxygène que sur le gaz déjà combiné avec l'eau, et que dans la journée une grande quantité d'oxygène doit certainement devenir libre, presque aussitôt que l'animalcule l'a produit par la décomposition de l'eau. Or, 128 pieds cubes, quantité dégagée pendant la nuit, peuvent former avec de l'azote un volume d'air respirable égal à 609 pieds cubiques, et on se tiendra certainement dans les limites de la vérité, en ne supposant que double seulement le dégagement qui s'opère pendant le jour. Un vivier de 20 pieds carrés de surface sur 20 de profondeur pourra, par un temps favorable et dans 24 heures, concourir à former au moyen de l'oxygène dégagé, un volume d'air respirable égal à 1827 pieds cubiques. Sans nul doute il doit exister une variation et un maximum pour les eaux des fleuves et rivières, mais quelques précautions que nous ayons prises, nous n'avons jamais pu constater que l'eau de nos deux cours d'eau, la Maine et la Loire, possédassent à différents moments de la journée un maximum d'oxygénation. Nous nous attendions à ce résultat pour les eaux de la Loire, qui ont un courant plus rapide que celles de la Maine, mais nous avons été surpris de ne le pouvoir constater que pour la Maine seulement. Des expériences nombreuses, et dont les résultats ont été publiés dans les mémoires de la société d'agriculture, sciences et arts d'Angers, ont fait voir à l'un de nous que la rapidité du courant permet à l'eau des fleuves de conserver plus exactement le même degré d'oxygénation. Un lit de sable entretient encore cette propriété. Au contraire une eau qui se meut avec plus de lenteur sur un lit vaseux, possède des causes pour que : 1<sup>o</sup> l'oxygénation soit moins élevée; 2<sup>o</sup> cette oxygénation subisse dans les chiffres qui la représentent des variations très-considérables.

Nous avons constaté à trois reprises différentes, que si, par des causes qui peuvent être nombreuses <sup>1</sup>, l'oxygénation de l'eau descend à 18, 19, 20 pour 100 d'oxygène dans l'air qu'elle dissout, un grand nombre de poissons ne peuvent y vivre, et ils y meurent d'une véritable as-

<sup>1</sup> Nous en citerons deux : la présence de l'eau sur les prairies, et le développement prodigieux des animalcules verts qu'une cause à nous inconnue, est venue subitement faire périr.

phyxie. Ils veulent constamment sortir leur tête hors de l'eau, comme pour respirer l'air en nature. Nous avons vu ainsi le 18 juin 1835, une grande partie des poissons de la Maine périr asphyxiés. Ils étaient en si grand nombre, que toute la population des bords de la rivière était occupée à les prendre, et ceux qui restèrent abandonnés venant à se corrompre, remplirent l'air d'une puanteur presque pestilentielle. L'autorité municipale engagea les habitants à ne point faire usage de ces poissons, soit qu'elle ignorât la cause de leur mort, soit qu'elle craignît que l'on ne mangeât des poissons morts depuis trop longtemps. Le même phénomène se présenta deux autres fois dans le vivier que nous observions avec attention. Nous avons toujours vu cette asphyxie se produire avec plus de rapidité sur les poissons les plus voraces, les brochets surtout, et comme toute proie alors était abondante et facile à prendre, les poissons périssaient asphyxiés et gorgés de nourriture. — A quoi attribuer cette différence si grande entre des eaux courantes et des eaux tranquilles ? Pour résoudre cette question il est tout à fait nécessaire de se laisser guider ici par l'analogie ; l'inspection du tableau précédent a suffi pour montrer que l'apparition des animaux microscopiques de couleur verte accompagne sans cesse la grande augmentation d'oxygène dans l'air dissous ; ne doit-on pas, d'après cela, nécessairement en conclure que les eaux courantes, incomparablement moins riches en animalcules verts que les eaux stagnantes, sont pour cette raison dans des circonstances moins favorables pour que, sous l'influence solaire, elles deviennent une véritable eau oxygénée. Nul doute, en outre, que l'eau ne prenne dans une foule de circonstances, une quantité d'oxygène supérieure à celle de 32 pour 100, quantité trouvée par MM. De Humbolt et Gay-Lussac. Les blanchissements des toiles sur le gazon, peuvent et doivent aussi s'expliquer en partant de cette donnée que l'eau, par son oxygène, agit comme agent déshydrogénant, et détruit les couleurs d'une manière analogue à celle produite par l'eau chargée de chlore.

---

---

---

## DEUXIÈME PARTIE.

---

### RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES, ZOOLOGIQUES ET BOTANIQUES.

En examinant avec soin les tableaux précédents, on verra à l'article *Observations*, qu'une substance verte était répandue avec profusion dans l'eau pendant les jours où l'oxygénation était la plus vive. Quelle était cette substance? était-elle végétale ou animale? était-elle toujours la même aux différentes époques où elle a été aperçue? On conçoit que, pour répondre d'une manière complète à ces différentes questions, nous avons besoin de faire une étude approfondie de la petite flore du vivier sur lequel nous opérions; nous avons besoin en outre d'étudier avec soin et de parfaitement connaître les animalcules qui s'y succédaient par milliers et sans interruption. Cette étude, au premier abord effrayante, s'est peu à peu adoucie, et nous sommes parvenus à connaître assez bien tout ce que ces différentes questions exigeaient. L'étude des plantes qui se reproduisaient dans le vivier a été peu difficile. Avec quelques touffes très-rare de mousse qui apparaissaient çà et là, et qui étaient quelquefois baignées par les eaux suivant les différences de niveau, nous avons pu y constater la présence des

1° *Conferva vesicata*. Ag.

2° *C. bombycina*. Ag. (assez rares dans les derniers jours du printemps).

3° *Meloseira varians*. Bor.

4° *Meloseira orichalcea*. Bor.

5° Quelques très-rares *Oscillatoires*.

Toutes ces algues étaient très-peu nombreuses, ce que, pour quelques-unes, nous attribuons à la profondeur des eaux, et pour d'autres, aux murs du vivier qui étaient en pierres d'ardoise cimentées à la chaux.

La *Conferva crispata* a paru quelquefois, mais l'ayant enlevée avec soin aussitôt, nous nous sommes mis à l'abri de l'envahissement de cette algue, qui se développe avec trop de rapidité.

Quant à ce qui est relatif aux animalcules microscopiques, nous n'essaierons pas d'en dire et les noms et les périodes successives; nous aurions, croyons-nous, à faire connaître presque tous ceux qui ont été signalés dans l'eau douce. Voici le moyen que nous avons employé pour les obtenir presque tous. L'eau que nous employions aux expériences d'analyse précédentes, devait préalablement être soigneusement filtrée; nous prenions vers la fin de cette opération de l'eau conservée par le filtre. Les animalcules s'y trouvaient en profusion, et il fallait peu de temps pour constater la présence d'espèces déjà trouvées et l'apparition d'espèces nouvelles. Assez souvent il y en a qui ne vivent qu'un temps et disparaissent ensuite de la manière la plus complète pour reparaître et disparaître plus tard encore; cette série de phénomènes peut pour la même espèce se représenter jusqu'à quatre et peut-être cinq fois dans la même année. Nous avouons que cette étude, faite avec persévérance et attention au moyen d'instruments excellents et commodes, donne de grandes lumières sur la physiologie animale des infusoires; elle est en outre pleine d'attraits pour celui qui s'y livre, la variété des êtres et souvent la beauté et l'élégance des formes que l'on rencontre, et qui sont loin d'avoir toutes été reproduites par le dessin, stimulent vivement la curiosité. Mais notre travail s'allongerait beaucoup, si nous nous permettions quelque digression sous ce rapport.

Nous ne parlerons ici que de ce qui peut avoir de plus ou moins près rapport aux phénomènes déjà examinés dans ce mémoire, l'oxygénation de l'eau; nous avons dit que lorsque l'eau avait une teinte verdâtre très-prononcée, c'était précisément à ce moment, toutefois sous une influence solaire convenable, que l'oxygénation de l'eau était au maximum. A l'aide du microscope, on peut facilement constater que cette couleur est presque exclusivement due à des animalcules monadaires verts, d'une seule espèce, c'était le *Chlamidomonas pulvisculus*. Ehr. (*Inf.*, pag. 64.) Quelquefois cette espèce était accompagnée d'animalcules plus gros, verts comme la première espèce, c'était le *Monas bicolor* d'Ehrenberg. (*Infusionsthierchen*, pag. 10); cette dernière vit presque toute l'année.

M. Ehrenberg a déjà reconnu lui-même, dans les eaux des environs de Berlin, que le *Chlamidomonas pulvisculus* et le *Monas bicolor* s'associent ensemble. Ce grand micrographe doute même si l'un, le *Monas bicolor*, n'est pas un état particulier du *Chlamidomonas pulvisculus*, l'état que celui-ci revêt après la ponte des œufs. Nos observations ne tendent pas à confirmer cette opinion, et les recherches que nous avons faites sur l'organisation du *Monas bicolor*, nous font penser qu'il offre plus d'analogie avec le *Monas grandis*, une des monades les plus remarquables, puisqu'elle offre une grandeur de  $\frac{1}{36}$  de ligne.

Ces deux espèces, mais surtout la première, se manifestaient dans le vivier en telle quantité, que l'eau en prenait un aspect verdâtre, et chaque fois que l'eau a pris cette teinte et qu'un beau soleil a lui, on a vu que l'oxygénation a été portée à un degré considérable. Le gaz composé (oxygène, azote, acide carbonique, dissous par l'eau) y existait en plus grande quantité, et il contenait quelquefois jusqu'à 61 pour 100 d'oxygène (cette circonstance explique pourquoi les bestiaux sont si avides de cette eau). Or, peu de naturalistes ont contesté l'animalité des deux monadaires cités plus haut. On voit donc ici, et c'est une chose qui jusqu'à ce moment n'avait pas été observée d'une manière précise, que les animalcules verts, sous l'influence solaire, se comportent d'une manière entièrement semblable à celle suivant la-



quelle agit la partie verte des végétaux. Seulement, l'oxygène dégagé par eux, s'unit à l'eau d'une manière tout à fait analogue à ce qui se passe dans la formation de l'eau oxygénée, lorsque le deutoxyde de baryte, délayé dans l'eau distillée, est attaqué par un acide qui ne peut former avec le barium qu'un sel de protoxyde. Ici les animalcules agissent avec une grande énergie, ce que l'on doit attribuer sans doute : 1° à leur division et à leur innombrable quantité ; 2° à leur faculté de locomotion, qui leur permet de s'exposer plus longtemps et sous la position la plus favorable possible à l'influence solaire.

Les naturalistes connaissent les idées de M. Bory de St-Vincent sur les Zoocarpes. On sait quelle est son opinion sur l'origine des monadaires de couleur verte, qu'il regarde comme de véritables Zoocarpes, dont une partie de l'existence présente les plus grands rapports avec les phénomènes de la vie végétale. Les faits incontestables dont nous venons de rendre compte, et qui sont tellement palpables et évidents qu'il suffira d'une seule expérience, faite en temps opportun, pour convaincre le plus incrédule, ne doivent pas être considérés comme un appui à ce système, qui n'est plus admis, surtout depuis les recherches si approfondies de M. Ehrenberg. Ces faits viennent simplement rapprocher du règne végétal une classe d'êtres placés dans le règne animal; êtres singuliers, qui effacent, dirait-on, toute démarcation bien nette et bien tranchée entre les deux règnes.

On conçoit qu'après de tels résultats, nous devons éprouver le vif désir de connaître avec soin tous les phénomènes de la vie et de la reproduction de ces petits êtres. C'est ce qui sera exposé plus loin dans ce travail, mais auparavant nous éprouvons le besoin de dire quelques mots d'une objection grave qui s'était présentée à notre pensée, et qui pouvait jeter quelques doutes sur les résultats de nos travaux. Comme cette objection repose essentiellement sur le mode de reproduction de certaines conferves, nous devons dire que nous l'avons constaté d'après des observations assidues. M. Agardh fils, dans un mémoire traduit en partie par les *Annales des sciences naturelles*, a découvert et publié avant que nous l'avons fait, des résultats pres-

qu'entièrement semblables à ceux que nous avons observés. Voici le fait principal : nous renvoyons pour plus de détails au mémoire de M. Agardh, et même nous nous serions contentés de citer le travail de ce savant, sans parler de nos observations personnelles, si nous n'avions pas déduit des conséquences particulières, qui peuvent jeter quelque lumière sur la question trop longuement et peut-être inutilement débattue de l'animalité de certaines productions végétales.

Certaines conferves, à une époque de leur vie, émettent des sporules reproducteurs verts extrêmement petits, en nombre considérable, doués d'un mouvement analogue à un mouvement animal, se plaçant avec choix sur certains corps pour s'y développer, et *préférant l'ombre à la lumière*. En présence de tels faits, ne pouvait-on pas se demander si ces sporules innombrables, répandus dans l'eau, n'avaient pas pu amener, eux, ces résultats d'oxygénation présentés par les expériences consignées dans la première partie de ce travail? Mais cette objection tombe devant les réponses suivantes; 1° si des sporules avaient existé dans l'eau, le soin avec lequel l'eau et les animalcules qu'elle contenait étaient examinés à différents grossissements d'un puissant microscope horizontal de C. Chevallier, nous aurait, sans aucun doute, révélé leur présence, et jamais nous ne les avons rencontrés; 2° nous allons plus loin : s'il en eut existé dans le vivier, comme la conferve verte (*C. vesicata*) seule qui donne des sporules reproducteurs, n'était qu'en petite quantité et le long des murs, jamais les sporules n'auraient voyagé jusqu'au milieu du vivier, point où l'eau était prise; car les mouvements de ces sporules ne sont pas de longue durée, et ils cessent aussitôt qu'ils ont trouvé le point convenable où ils doivent se développer, point qui est toujours voisin du lieu où ils sont nés; et loin de se rendre au milieu du bassin où la lumière est très-vive, ils recherchent, au contraire, les endroits obscurs. Une autre production mérite ici quelque mention, car l'objection précédente s'est présentée à notre esprit à son occasion, et l'on verra d'ailleurs, par son étude, qui est pleine d'intérêt, le soin que nous avons mis à constater tous les

êtres qui habitaient le laboratoire que nous avons choisi <sup>1</sup>. Au premier abord, cette production, nous l'avouons, nous a causé un profond découragement. Les phénomènes que nous observions étaient si singuliers, et ne les croyant pas entrés dans le domaine de la science, nous nous n'attendions à ne trouver que des incrédules au récit de nos remarques; il était tout simple qu'on eût quelques doutes sur des faits qui nous paraissaient, à nous qui les voyions chaque jour, de la plus étonnante singularité. Heureusement, d'une part, le travail de M. Agardh est venu consigner des faits semblables, de l'autre, une lettre pleine d'une bienveillance extrême de la part d'un des savants micrographes de l'institut, feu M. Turpin, est venue nous apprendre que lui aussi avait signalé des faits semblables à ceux que nous annonçons. Nous avons donc été rassurés pleinement, et nous donnerons quelques détails qui sont ici indispensables pour montrer, nous le répétons, que les faits d'oxygénation dont nous avons parlé, sont exclusivement dus aux deux monadaires verts dont nous avons parlé plus haut.

Sur la tige des conferves, et même aussi sur toutes les parties vertes d'un grand nombre de plantes baignées par les eaux, et dont l'existence peut longtemps se prolonger malgré une immersion complète, on verra (*voyez* la planche II) souvent se développer, à des époques *particulières* et périodiques, des granules d'un beau vert, de volume variable (celui des plus gros est de 7 à 8 centièmes de millimètres en largeur, 16 à 17 en longueur); ils sont placés tout le long et tout autour de la conferve, à des distances variables; souvent ils tapissent la partie supérieure des feuilles de mousses immergées. Très-souvent aussi il y a des parties sur la tige des conferves où ces granules sont accumulés, ainsi que l'indique la figure ci-jointe, et alors ces granules accumulés simulent au microscope une véritable grappe de raisin. La forme de ces granules est ovoïde, la partie la plus allongée est celle implantée le long de la tige de la conferve. Ils se détachent avec facilité, il suffit pour cela, les observant entre deux verres, de les comprimer légère-

<sup>1</sup> *Voyez* la planche II.

ment. On voit alors que ce n'est pas au moyen de radicules qu'ils sont fixés à la conferve, mais bien, nous le croyons, par un procédé analogue à une espèce de succion. Ce qui nous donne cette conviction, c'est que dans l'état rudimentaire, aussitôt après leur éclosion, comme on le verra plus loin, ils s'attachent au verre du porte-objet avec assez de solidité, et le point par où ils s'attachent, examiné alors avec le plus grand soin, est une petite surface ronde et plane, dépourvue de crochets ou de radicules; il se produit sans doute une succion analogue à une ventouse. Lorsqu'ils sont assez peu nombreux pour ne pas intercepter la lumière, la conferve, aux points d'attache, conserve toute sa vigueur et sa couleur verte. Cette couleur disparaît naturellement si les granules sont trop nombreux.

A l'état rudimentaire et à peine fixées sur la conferve, ces vésicules ne possèdent sur leur surface qu'un point hyalin, léger et fugitif qui, sauf la couleur verte, permet de les comparer à quelques navicules. Ces granules croissent sans cesse, et au bout de 5 à 6 jours, par un beau temps, ils acquièrent en grosseur le *maximum* indiqué plus haut. L'endochrome vert, situé dans l'intérieur de la vésicule, dans les premiers jours est peu intense; mais à mesure que la vésicule croît en grosseur, le vert intérieur devient de plus en plus foncé, il perd alors sa transparence; un grand nombre de points hyalins apparaissent. Puis, et au moment où l'éclosion doit avoir lieu, un mouvement léger commence dans l'intérieur de la vésicule; les petits sporules s'agitent avec une *grande* vicacité; enfin, une ouverture finit par se produire à l'enveloppe, qui est d'une extrême transparence cristalline. Les sporules s'échappent un à un avec rapidité dans toutes les directions; les derniers ont plus de peine à s'éjaculer, ne trouvant que difficilement l'ouverture par laquelle les autres ont fui. Les sporules, devenus libres, ont une forme ovoïde, représentée par la figure ci-jointe <sup>1</sup>. Ils marchent dans le sens indiqué par la flèche, la pointe en avant; leur mouvement, à l'état de liberté, dure à peu près une heure,

<sup>1</sup> Planche II.

après quoi il se ralentit, et ces corps se fixent pour ne plus s'agiter désormais: ils se placent toujours sur les conferves qui reçoivent directement l'influence lumineuse, et même, chose très-remarquable, lorsqu'on a placé au fond d'une large capsule de porcelaine blanche quelques flocons de conferves couvertes de ces vésicules, les sporules, après l'éclosion, viennent toujours se fixer sur la partie de la capsule qui regarde la lumière, et là, ils déterminent, par leur nombre, un liseré du plus beau vert qui borde la surface circulaire de l'eau. Cette circonstance nous a fait constater que, dans l'eau du vivier, ces vésicules n'habitaient que sur les parties vertes qui se trouvent à la surface du liquide. La lumière leur est donc indispensable. Ces petits êtres diffèrent ainsi essentiellement des sporules de conferve, dont d'ailleurs ils n'ont ni la forme, ni la petitesse, puisqu'ils nous ont toujours paru au moins 60 à 80 fois plus gros. A présent, nous ferons remarquer que leur volume, leur vivacité et leur forme, si facilement reconnaissable, ne nous auraient pas permis d'ignorer leur présence dans les eaux soumises à l'analyse et examinées avec soin. Ensuite ces petits corps, de même que les sporules de conferve, ne se trouvent qu'auprès des lieux où ils naquirent, près des conferves ou des vésicules mères; et, par conséquent, sur une zone superficielle, régnant au pourtour de la surface des eaux, et ayant au plus quelques lignes d'épaisseur. Il a fallu contrarier les habitudes des sporules vésiculaires pour leur voir traverser toute l'étendue d'une capsule de porcelaine.

D'après tout ce qui précède, on voit évidemment que c'est au *Chlamydomonas pulvisculus* d'Ehrenberg, et à quelques autres (peu nombreux) animalcules verts, encore moins élevés dans la série, qu'est dû exclusivement le phénomène de l'oxygénation. Leur coloration variée dans son intensité, indique à elle seule une véritable vie végétative; car, si on conserve à l'ombre ces monadines seulement un ou deux jours, leur couleur s'étiole, l'eau dans laquelle on les conserve perd rapidement son oxygène, et ces animalcules, quoique continuant à vivre même longtemps encore, ne grossissent plus, et n'ont plus la rapide activité qui les distingue lors d'une insolation complète (ce qui

montre qu'il est impossible d'étudier la vie et la reproduction de ces animalcules autrement qu'en plein air). — Nous passons actuellement à l'étude suivie de ce petit être; c'est à lui seul que nous nous sommes bornés. Persuadés qu'en histoire naturelle, ce n'est pas un grand nombre de phénomènes divers, vus peut-être d'une manière superficielle, qui enrichissent la science, mais quelques faits peu nombreux, étudiés avec soin, sur lesquels on s'appuie avec confiance, et qui souvent, par analogie peuvent conduire à des déductions heureuses et guider précieusement dans d'autres travaux.

La vie du *Chlamidomonas pulvisculus* est extrêmement variable dans sa durée. Soumis au caprice du temps, cet animalcule, tantôt, lorsque le soleil brille sans nuages, ou que la température est chaude et douce, l'air calme, s'élève à la partie supérieure des eaux, et même là, il y existe si pressé, si nombreux, que les bulles de gaz qui surgissent du fond des eaux, se trouvent emprisonnées au-dessous des Chlamidomonades, et ces animalcules se livrent à leurs mouvements nombreux et gyrotoires dans la mince couche de liquide qui constitue l'enveloppe de la bulle d'air emprisonnée, offrant alors le singulier spectacle d'animaux vivants dans un liquide suspendu entre deux atmosphères. Tantôt, lorsque l'atmosphère est agitée, que le ciel est couvert, que la pluie tombe, la Chlamidomonade se retire au fond des eaux, cherchant ainsi à se mettre à l'abri des brusques variations de température, chose qu'elle redoute le plus, bien qu'elle puisse vivre encore à la température de 0° et même au-dessous, mais alors ses mouvements sont d'une grande lenteur. Elle vit même après avoir été emprisonnée plusieurs jours dans de l'eau congelée. En été, il est assez difficile d'étudier ce petit être, et en voici les raisons. Il est la proie habituelle d'une foule d'autres petits animaux qui habitent les eaux dans cette saison. Retirée au fond des eaux dont elle tapisse la partie inférieure, la Chlamidomonade sert alors de pâture à tous les individus du genre Lymnée qui habitent avec elle, et qui la dévorent avec la même rapidité que les limaçons terrestres dévorent les parties vertes et tendres des végétaux (autre analogie singulière avec les végétaux). Mais elle est sur-

tout détruite par une larve de diptère du genre *Tanype*, qui s'en sert pour se construire une enveloppe ou fourreau que la larve abandonne avec la plus grande facilité, au moindre dérangement, pour aller s'en construire un autre aux dépens d'autres *Chlamidomonades*. A ces causes joignez encore la présence des *Brachions*, des *Vorticelles*, qui s'en nourrissent ainsi que les *Polypes*, tels que l'*Alcyonelle* des étangs, etc., et même d'autres animaux plus élevés; mais les premiers ne sont pas ceux qui viendraient déranger les expériences de l'observateur, vu leur petitesse et leur état la plupart du temps sédentaire (les *Vorticelles*). Voici donc les précautions que nous avons prises. Au 1<sup>er</sup> jour de mars, les *Chlamidomonades* apparaissent presque toutes simultanément et teignent en vert gai la superficie des eaux tranquilles, un beau jour suffit seul pour déterminer leur apparition; à ce moment on peut facilement s'en procurer une quantité considérable. Nous les avons placées dans une très-large capsule de porcelaine, au fond de laquelle nous avons déposé un peu de terre. Une partie de la capsule était ombragée au moyen d'une ardoise qui interceptait la lumière directe. Le tout est resté exposé à l'air. Les animalcules séjournant la plupart du temps à la partie supérieure du liquide, il était facile de renouveler l'eau au moyen d'un siphon très-étroit, ce liquide était remplacé par de l'eau du vivier habité précédemment par les *Chlamidomonades*, et celle-ci était soigneusement filtrée à travers trois doubles de papier Joseph très-fin. L'eau versée verdâtre, passait parfaitement limpide. Nous avons pu suivre ainsi le développement de cet animalcule, et dans le vivier où il avait paru, et dans le vase où nous l'avions séquestré: L'expérience fut commencée le 11 mars 1837. Au bout de quatre jours les *Chlamidomonades* avaient considérablement grossi et acquis une couleur verte intense, à l'état libre aussi bien que captives. En les examinant soigneusement au grossissement de 300 diamètres, on voit dans la partie mitoyenne de leur corps une espèce de zone, en forme de fer à cheval. Cette zone, que nous avons dessinée sous ses différents aspects, planche II, *fig. V*, nous a semblé être l'analogue de celle figurée par M. Ehrenberg sur la figure X,

n° 2, planche III de son atlas. C'est pour lui une trace de la division spontanée qui, chez ces animalcules, constitue leur mode de reproduction. De plus, en modérant convenablement l'éclairage, on aperçoit que ces volvociens, dont la forme est légèrement ovoïde, possèdent dans le sens du plus grand diamètre un appendice très-délié qu'ils agitent avec vitesse. M. Ehrenberg leur a reconnu une trompe filiforme double. Nous pouvons assurer qu'une seule est bien visible. Elle leur sert évidemment à produire un mouvement rotatoire, qui lui-même est effectué dans le sens indiqué par la vibration de cette trompe. Ils l'emploient aussi pour se fixer sur le verre du porte-objet, et alors ils se livrent à un mouvement particulier de titubation et de balancement dont la trompe est le centre.

Le 18, un grand nombre de volvociens se sont groupés en polypiers composés de 2, 3, 4, 5. Il y en a même quelques-uns de 8, 10 et plus; est-ce leur trompe qui leur sert de point d'attache? Nous n'en avons pas encore la certitude.

Le 20 mars, nous sommes parvenus à nous assurer que c'était par la base de la trompe que l'adhérence avait lieu (*voy. pl. II, fig. IV. B*). Le 24, 25 et 26 mars, la température s'est sans cesse refroidie, il a constamment gelé, et la neige est tombée en abondance; nous avons mis en réserve, et dans un endroit chaud, une assez grande quantité de Chlamidomonades sur lesquelles nous avons voulu faire quelques expériences pour constater les effets de la chaleur sur ces animalcules. Lorsqu'on refroidit subitement le liquide où ils se trouvent, aussitôt leur mouvement de rapide qu'il était devient excessivement lent; si l'abaissement de température continue, ils perdent sans retour leur propriété de locomotion. Si, après avoir ralenti leur mouvement par le refroidissement, on laisse la température stationnaire, peu à peu, et au bout de quelques heures, ils se sont ranimés et semblent habitués à la température nouvelle du milieu où ils se trouvent. Le mouvement plus ou moins rapide de leur trompe nous a servi de guide assuré pour reconnaître leur plus ou moins grande activité vitale. Dans les belles journées d'été, au moment où ils sont le plus agiles,



ce mouvement est d'une rapidité extrême. Lorsqu'au lieu de l'abaisser on élève la température, leur mouvement se ralentit d'abord, puis ensuite peu à peu il s'accélère avec rapidité. Il n'y a pas de ralentissement si le changement de température est suffisamment lent, c'est environ de 26° à 30° centigrades que le mouvement est le plus vif. Nous ne sommes allés que jusqu'à 33° centigrades. Le mouvement alors diminuait d'activité; un accident arrivé au vase sur lequel nous expérimentions, nous a empêchés d'aller plus loin : on voit que ces expériences ont dans leur résultat la plus grande analogie avec celles de M. Dutrochet sur le *Chara*.

Le 25 mars, les Chlamidomonades du vivier s'étaient retirées au fond de l'eau, la partie supérieure, était congelée; dans la capsule de porcelaine exposée à l'air libre, l'eau était entièrement prise en glaçon; au-dessus était au moins deux pouces de neige. Les Chlamidomonades s'étaient toutes réfugiées au fond de la capsule.

Le 27 mars, sous l'influence du soleil et d'une belle journée, l'eau est redevenue liquide, les volvociens du vivier n'ont pas reparu, mais ceux de la capsule sont plus vifs que jamais. Nous en avons vu de groupés en polypiers au nombre de plus de 40 à 50. Ceux qui sont libres s'attachent par leur trompe sur le porte-objet et se donnent alors un mouvement continu de titubation et de balancement.

Le 28, les Chlamidomonades du vivier ont reparu et sont en tout semblables aux Chlamidomonades de la capsule.

Le 30, après quelques heures de pluie, les Chlamidomonades du vivier ont disparu; celles de la capsule se sont précipitées au fond, et sur les parois inclinées elles tapissent le tout en beau vert; mises sur le porte-objet, très-peu d'entre elles dénotent du mouvement.

Jusqu'au 13 avril, les choses sont restées dans cet état, absence totale de mouvement; le temps a toujours été froid, couvert et pluvieux.

Le 14, les Chlamidomonades qui tapissent le fond et les parois de la capsule semblent une matière muqueuse verte parsemée de points noirâtres; quelques polypiers peuvent encore, mais à grande peine

être distingués. La *Conferva bombycina* commence à se développer dans la capsule, nous l'enlevons avec précaution.

Jusqu'au 22 les choses restent dans le même état, seulement la partie qui n'est pas à l'ombre a perdu sa couleur verte; elle est au contraire très-intense et très-belle sur tout ce qui est à l'ombre. Là, cette substance muqueuse commence à se développer, et devenant en quelques points plus légère, elle se soulève dans l'eau à la manière des Ulves. Le microscope fait voir dans ces espèces de frondes ou colonnes de très-petits points verdâtres, facilement reconnaissables pour de très-petites Chlamidomonades. Elles y sont en nombre prodigieux. Dans ces frondes ou polypiers souvent aussi se développe en abondance l'*Oscillatoria membranacea*, qui est rare pour les botanistes; il faut la rechercher dans les eaux profondes dont cette algue aime le séjour. Jusqu'au 28 les choses n'ont pas avancé.

Le 30, les petits points verdâtres ont sensiblement grossi, quelques parties de la fronde ou du polypier muqueux ont commencé à se soulever; elles acquièrent un poids spécifique moindre que l'eau qui les entoure; elles s'élèvent, restant attachées par la partie inférieure, et forment ainsi dans l'eau une petite colonne verte, dont la partie supérieure est généralement plus renflée que la base. Enfin, dans les premiers jours de mai, les Chlamidomonades apparaissent toutes simultanément. Il y a eu six jours d'intervalle entre l'apparition de l'animal du vivier et celui de la capsule; et, chose singulière, celui de la capsule a paru le premier; seulement les volvociens du vivier nous ont semblé plus beaux, plus gros, mais non plus verts. En une seule nuit ils ont paru dans chaque station.

Ces animalcules offrent, comme on le voit, une bien grande analogie avec les *Tetraspora* et les *Ulva*, de même qu'avec le genre *Gonium*, etc., quoique les Ulves et les Tétraspores soient placés parmi les algues et par conséquent dans le règne végétal, cette circonstance nous a engagés à examiner avec une scrupuleuse attention ces algues curieuses et leur reproduction. Nous avons trouvé que les caractères qui différencient l'*Ulva bullosa*, les *Tetraspora lubrica*, *cylindrica*,

*lacunosa*, *gelatinosa*, etc., des auteurs sont bien légers, bien accidentels et souvent dus aux circonstances particulières dans lesquelles se sont trouvés ces êtres. Mais ce qui les rapprochent bien complètement des animalcules verts dont nous avons parlé avec détail, c'est que si on les conserve quelque temps dans une capsule dont on prenne soin de renouveler l'eau, exposée d'une manière convenable à l'influence solaire, les sporules de ces algues se détachent et vivent pendant un temps très-long d'une vie tout différente de celle de leur premier âge. Ils sont doués de locomotion et caractérisés par toutes les apparences de la spontanéité animale. Nous n'avons vérifié le fait que pour les algues suivantes : *T. lubrica*, *cylindrica*, *lacunosa*. Agardh, dans ses *Icones Algarum europæarum*, décrit lui-même ce fait pour le *Tetraspora lacunosa*. Ainsi donc les Chlamidomonades sont comparables à des spores dont le développement, à l'état de végétal, est une fronde membraneuse d'où ils naissent.

Avant de terminer ce mémoire, nous devons ajouter une dernière remarque. A l'époque où l'eau est le plus vivement oxygénée par la présence des Chlamidomonades volvociennes, on voit aussi dans toute leur vivacité et leur vigueur, un nombre considérable d'infusoires munis d'appareils ciliaires et rotateurs. Si les Monadaires verts descendent au fond des eaux, ceux-ci les accompagnent. Nous savons que ces animalcules font leur proie des Chlamidomonades poussiers. Cependant quelques-uns, munis d'appareils ciliaires et rotateurs, sont trop petits pour se nourrir de cette manière. Ne doit-on pas alors attribuer leur présence périodique parmi les volvociens à la nécessité pour tous ces animalcules d'une atmosphère riche en oxygène, et cette circonstance ne doit-elle pas donner du poids à l'opinion de ceux qui regardent les appareils ciliaires et rotateurs comme des organes de respiration ? La plus grande simplicité de moyens possible pour parvenir à un but donné, semble une loi de la nature ; or, examinez, par exemple, les appareils de locomotion et de rotation de la Daphnie canuse. Bien cependant que cet entomostracé s'élève au-dessus des animaux ciliaires et rotateurs dont nous venons de parler, ses deux pattes ou antennes

sont des appareils de pure locomotion, leur forme est de la plus grande simplicité pour concourir à ce but. Au contraire les pattes nombreuses situées dans le test bivalve ne sont certainement pas destinées à produire uniquement le mouvement de rotation qui doit amener à la bouche de la Daphnie les corpuscules dont elle se nourrit. Il y en a de deux sortes, les unes en demi-cercle, munies de cils larges, articulés plusieurs fois comme les antennes de la tête, et munis eux-mêmes de cils beaucoup plus fins, les autres en demi-cercle comme les premières, mais munies de cils longs, très-fins, très-mobiles, et n'ayant qu'une seule articulation à la base. Ces appareils dans le voisinage du cœur et des canaux où circule le sang de la Daphnie, ont bien probablement des fonctions respiratoires à remplir. Il faudrait sur ce point des expériences délicates et nombreuses, pour éclairer la question, qui n'est aujourd'hui qu'une opinion pleine de probabilité. Toutefois nous apportons pour aider à résoudre ce problème intéressant de physiologie animale ce fait remarquable : la présence périodique et habituelle des animaux doués d'appareils ciliaires et rotateurs, dans une eau contenant un air très-riche en oxygène.

Nous récapitulerons actuellement les principaux faits de ce mémoire.

Les eaux tranquilles, sous l'influence de la lumière solaire et diffuse et des animalcules verts qui y sont répandus avec profusion, tiennent en dissolution des gaz dont la composition est très-variable. L'azote est de tous les gaz celui qui varie le moins. Il n'en est pas ainsi pour l'oxygène et l'acide carbonique.

C'est par les jours les plus beaux et les plus chauds de l'année, que l'oxygène est le plus abondant. Toutefois dans les beaux jours du printemps l'oxygénation peut s'élever aussi haut qu'en été, mais il faut pour cela une plus longue succession de beaux jours. En été, un seul jour suffit. 40 à 42 pour cent, est le maximum d'oxygène que le gaz dissous par l'eau peut contenir. En présence des animalcules le maximum peut s'élever jusqu'à 61. L'oxygène et l'acide carbonique semblent être en raison inverse l'un de l'autre, ce qui pourrait peut-être conduire à cette explication, que sous l'influence de la lumière et de la chaleur,

l'eau tranquille s'oxygène aux dépens de l'acide carbonique, qui serait alors décomposé par les monadaïres et les volvociens de couleur verte. L'oxygénation varie très-sensiblement en l'espace de 24 heures. Elle est minimum au lever du soleil, maximum de 4 à 5 heures du soir. Un temps couvert, froid et pluvieux, fait disparaître la succession régulière de ces phénomènes. L'oxygène dégagé s'unit à l'eau comme dans l'eau oxygénée. Si les animalcules disparaissent, le maximum d'oxygénation disparaît avec eux. L'oxygène produit est versé tout entier dans l'atmosphère. Ce mouvement a lieu constamment le jour et la nuit; le jour avec une énergie croissante, c'est le contraire la nuit.

Les animalcules verts, comme la partie verte des végétaux, dégagent de l'oxygène sous l'influence de la lumière solaire et diffuse, et de l'acide carbonique en son absence.

Après ces travaux sur les animalcules verts, nous étions vivement désireux de voir si les animalcules voisins de ceux que nous avons observés, mais de couleurs différentes, ne donneraient pas lieu à des phénomènes analogues. Heureusement à la même époque, après plusieurs essais sur différents animalcules, nous rencontrâmes dans une fiole et une assiette exposées pendant tout un hiver à la pluie, une production rouge que nous crûmes au premier abord être un *Protococcus*, peut-être même le *Protococcus nivalis*; mais plus tard, après avoir étudié le travail de Gréville, nous reconnûmes que ce que nous avions sous les yeux, s'éloignait de cette production végéto-animale. Nous l'étudions donc avec beaucoup de soin, voulant parfaitement connaître : 1° ses habitudes; 2° son mode de reproduction, afin de nous le procurer en grande abondance et dans le meilleur état possible; 3° son influence sur les gaz dissous dans l'eau. Nous réussîmes au delà de nos désirs. Nous consignons ici les résultats observés, ils nous serviront dans le cours de ce mémoire. Faisons observer toutefois que cet être constitue un genre nouveau d'animaux infusoires, que nous nommons *Disceræa* ( $\Delta\epsilon\varsigma$ , deux  $\kappa\epsilon\rho\alpha\iota$ , antennes, filaments). L'espèce est le *Disceræa purpurea*.

Au moment où nous observions cette production microscopique, elle était d'un rouge pourpré et carminé magnifique. C'était une Pal-

melle qui tapissait les parois de la fiole, surtout dans la partie qui était la plus exposée à la lumière. Des granules sphériques remplissaient cette Palmelle, leur diamètre était inégal, ainsi que la figure le représente (pl. III); chaque jour nous les voyions grossir d'une manière sensible. Au bout de quelque temps, nous vîmes la Palmelle devenir blanche, et en même temps l'eau de la fiole remplie de corps sphériques d'un rouge orangé, voyageant çà et là avec une grande rapidité, et venant surtout se mouvoir dans la partie la plus éclairée. Voici les premiers faits que nous observions. Nous prîmes alors à cette époque, de l'eau de pluie aussi pure que possible, nous la plaçâmes dans une longue éprouvette en cristal, que nous mîmes dans un lieu parfaitement éclairé et visité par le soleil, toutefois à une époque (en mars) où les rayons solaires ne sont pas trop brûlants. Nous plaçâmes dans cette eau de pluie quelques gouttes de l'eau de la fiole, avec les animalcules rouges qui s'y trouvaient; et là, suivant pas à pas les phénomènes qui devaient se manifester, nous vîmes ces corps mobiles qui étaient doués de deux trompes filiformes allongées et très-tenues, se fixer au bout de quelques jours soit contre les parois les plus éclairées de la fiole, soit contre les corps solides du fond du vase, soit contre la couronne capillaire qui entourait la surface supérieure du liquide, et ainsi reconstituer la Palmelle primitive, puis grossir considérablement en prenant chaque jour une teinte rouge plus riche et plus foncée. Au bout d'un temps que nous avons reconnu plus tard être variable, la substance rouge des globules sphériques se divisa en globules plus petits; chaque globule sphérique en contenait cinq à six qui s'agitaient dans tous les sens, et enfin finissaient par sortir du globule primitif, laissant transparente comme du cristal l'enveloppe qui les avait renfermés <sup>1</sup>. A cette époque les petits globules n'avaient pour ainsi dire qu'un point rouge, ils étaient enveloppés d'une sphère concentrique transparente, telle que la planche III ci-jointe le représente. Ils pos-

<sup>1</sup> Ce mode de reproduction n'est pas le seul pour ce petit être, il en est encore un autre que nous aimerions pouvoir développer, mais nous avons besoin pour le faire d'observations, de faits nouveaux.

sédaient les deux trompes vibratiles, se mouvaient toujours de manière à présenter ces deux trompes en avant et se servaient de ces appareils pour se fixer sur le porte-objet et sur les parois de l'éprouvette. Ces animalcules vivent un temps plus ou moins long, suivant les circonstances plus ou moins favorables qui les entourent. Alors la partie rouge grossit, se développe sans cesse et enfin, au moment où l'animal se fixe de nouveau, elle occupe presque les deux tiers de l'animal. Il y a envahissement complet lorsque le mouvement a complètement cessé. A cette époque le globule continue à grossir, à se colorer de nouveau pour se reproduire. Il faut avouer que si M. Ehrenberg a donné le nom d'œil au produit rouge qui se trouve dans quelques animalcules très-voisins de celui que nous décrivons, cet organe est ici singulièrement envahisseur.

Une remarque importante et qui trouvera son application dans une foule de circonstances, de la part de ceux qui se livrent aux recherches de physiologie microscopique, c'est que ce petit être prend des dimensions remarquablement plus considérables lorsqu'on le place dans les positions les plus favorables de douce chaleur, et surtout de lumière, qui peuvent concourir à le développer. Nous avons vu une différence énorme entre les globules rouges favorisés, et ceux que nous avons laissés dans des circonstances moins favorables.

Connaissant donc tout ce qu'il nous importait de savoir pour la reproduction de ce petit être, nous nous procurâmes huit cloches en verre, d'au moins huit à dix litres de capacité; nous les remplîmes d'eau de pluie parfaitement filtrée; nous mîmes dans chacune d'elles un demi-litre environ d'eau très-riche en animalcules, et au bout d'un mois nous eûmes la satisfaction de voir tous les vases resplendissants de la plus magnifique couleur rouge pourpre. Nous pouvions donc à notre aise nous livrer sur une plus grande échelle à toutes les recherches que nous avons faites sur les animalcules verts; et ici nous avons trouvé identité parfaite dans les résultats. Toutefois nous n'avons pas, et cela se conçoit, une série d'expériences assez nombreuses pour assurer que l'intensité avec laquelle le dégagement d'oxygène a lieu est ici aussi grande que pour les Chlamidomonades pous-

siers libres. Le maximum de richesse en oxygène que possédait l'air dégagé de l'eau par l'ébullition a été de 47 pour 100, tandis qu'en premier lieu nous avons obtenu 61; mais il faut remarquer que nous opérions sur des êtres captifs, artificiellement reproduits, et que quelque circonstance ignorée par nous, ne concourant sans doute pas avec celles que nous avons rassemblées, a produit comme dans l'état libre et naturel le maximum d'effet possible; c'est dans la fin d'avril et le commencement de mai que ces expériences ont été faites.

Nous ajouterons ici plusieurs faits assez singuliers dont nous avons été témoins.

Dans l'hiver de 1839, nous conservions sur une fenêtre, dans un bassin carré de porcelaine d'un pied de diamètre et d'à peu près un pouce ou deux de profondeur, de l'eau dont la partie inférieure recouvrait une *Pamella* d'un rouge magnifique, possédant les *Disceræa* à l'état végétatif ou de somnolence, s'il est permis de parler ainsi. Le 30 janvier un froid assez vif (6° centigrades au-dessous de zéro) a fait congeler l'eau du bassin, qui est restée en cet état jusqu'au 3 février, où, le dégel arrivé, et par une température de 9° au-dessus de zéro, nous vîmes l'eau remplie d'une quantité innombrable de *Disceræa*, mais leur couleur était d'un jaune sale, et la Palmelle du fond de l'eau avait presque complètement perdu et les globules qui la tapissaient et sa couleur rouge; elle était presque incolore. Les globules ne possédaient qu'un seul point rouge à peine perceptible. Au bout de deux jours, tous ces animalcules étaient à la surface de l'eau, et leur couleur jaune passa au rouge. Le point rouge, qui était d'abord d'une grande petitesse, augmentait sans cesse, et le 7 février, la couleur rouge avait envahi tout le globule. Le 12, une *Pamella* nouvelle était déjà reformée, tous les petits êtres tapissaient le fond du vase. En été, la couleur rouge se produit avec une rapidité presque instantanée, ce que nous attribuons à l'influence de la vive lumière et à la présence de l'oxygène dans l'eau où se trouvent alors ces animalcules. L'hiver l'assimilation de ce gaz est à la fois moins rapide et moins facile, et avec cela les conditions lumineuses moins favorables.



En été, nous avons vu jusqu'où peut aller l'influence lumineuse, c'est même une expérience très-curieuse et véritablement admirable par la beauté de la couleur que l'observateur voit se développer sous ses yeux. Dans les premiers jours de mai, nous eûmes la pensée de placer un très-large verre contenant presque un litre, de manière à recevoir concentrés sur lui les rayons lumineux qui tombaient sur une lentille bi-convexe de 8 pouces de diamètre; seulement le foyer des rayons lumineux ne se trouvait pas dans le vase, mais à peu près à six lignes au delà, nous ne craignons donc pas une élévation de température démesurée. Cependant <sup>1</sup> elle s'est élevée dans le verre jusqu'à 30° centigrades. Les animalcules prirent une couleur rouge étonnante et admirable par son éclat. Enfin à la température de 36 à 38° et au bout de trois jours d'insolation continuelle, les *Disceræa* allèrent tous au fond du vase, mais ils n'étaient pas unis en palmelle, chacun d'eux était isolé. Dans l'état ordinaire, ce petit être rouge est à l'état libre et mobile, entouré d'une sphère concentrique transparente. Ici la matière rouge semblait avoir brisé l'enveloppe qui la retenait au centre, pour se répandre dans toute la sphère concentrique transparente et, chose singulière, les granules qui la constituaient éprouvaient un mouvement de fourmillement extrêmement rapide et entièrement semblable au mouvement brownien des particules de gomme-gutte dissoute dans l'eau. La couleur rouge était merveilleuse. Nous avons essayé, quoique bien imparfaitement, d'en donner l'idée sur la planche. (*Voyez* pl. III, fig. XI.) Enfin le mouvement cessa, la vie disparut, et avec elle la couleur rouge du fond du vase devint blanc de lait, et l'eau ne contint plus ni animalcules rouges ni germe reproducteur.


Nous aurons encore quelques mots à ajouter relativement à une note insérée par Turpin dans le n° 21 des *Comptes rendus de l'académie des sciences*, 2<sup>me</sup> semestre 1839, à propos des *Protococcus kermesinus*, espèce qui a la plus grande analogie avec les *Disceræa* dont nous venons de nous occuper. Il y est dit, page 632, ligne 16 :

<sup>1</sup> La table d'ardoise noire qui soutenait le verre, contribua à l'élévation de la chaleur.

« Certes il est loin de notre pensée de voir des mouvements indices de la vie animale dans le mouvement ou plutôt le grouillement que manifestent certains corps d'une excessive ténuité, par exemple, dans la gomme-gutte, dans l'albumen de certains œufs microscopiques de polypes, et généralement dans les particules de presque tous les corps solides, pourvu qu'elles aient un convenable degré de ténuité. » Mais ici tout est différent, lorsque les *Disceræa* commencent à manifester leur mouvement dans la vésicule maternelle, lorsqu'ils sont devenus libres, il est facile de constater que leur mouvement n'est pas un mouvement de grouillement comme dans les particules ténues, mais une véritable course indépendante, exécutée au moyen d'organes filiformes, doubles et très-fins, mais cependant faciles à apercevoir. Ces petits êtres évitent les obstacles qui se présentent à eux, se débarrassent de ceux qui gênent leur marche. Ils se fixent au moyen de cet organe ciliaire qui est en repos lorsqu'ils sont en repos. Bien des micrographes n'en ont pas reconnu la présence, sans doute parce qu'ils ne songeaient à mettre au foyer de l'instrument que l'animalcule sphérique, et négligeaient soit d'employer un éclairage modéré par les diaphragmes, soit d'explorer par le mouvement de l'instrument toutes les parties de la périphérie de l'animal.

D'ailleurs la dimension du *Disceræa* ne lui permet pas le mouvement de grouillement des particules browniennes, puisque dans l'état le plus habituel il possède, ainsi que la figure le représente, trois centièmes de millimètre de diamètre, et que les trompes filiformes portent à 7 centièmes de millimètre la longueur totale de l'animalcule, dimension bien différente de celle des particules browniennes. Autant vaudrait nier l'animalité des Chlamidomonades avec lesquelles ce petit être a la plus grande ressemblance. — Le *Disceræa* dont nous nous sommes occupés, sert aussi, ainsi que l'animal rouge des marais salants, à la nourriture d'une foule d'êtres microscopiques qui le détruisent et le font souvent disparaître en totalité. Ces mêmes êtres se colorent à leur tour en rouge par suite de cette nourriture habituelle. Le *Rotifer vulgaris* d'Ehrenberg est dans ce cas, et souvent nous

avons vu, à l'approche des froids, ce rotifère réuni en quantité innombrable dans quelque point du vase où se trouvaient les *Disceræa*. Nous devinions leur présence à la vue simple par le moyen de la belle couleur rouge qui leur était particulière, et qui les mettait dans une situation analogue à celle de l'*Artemia salina* des marais salants, qui se nourrit aussi du *Protococcus* rouge des eaux salées.





---

## EXPLICATION DES PLANCHES I, II, III.

---

### PLANCHE PREMIÈRE.

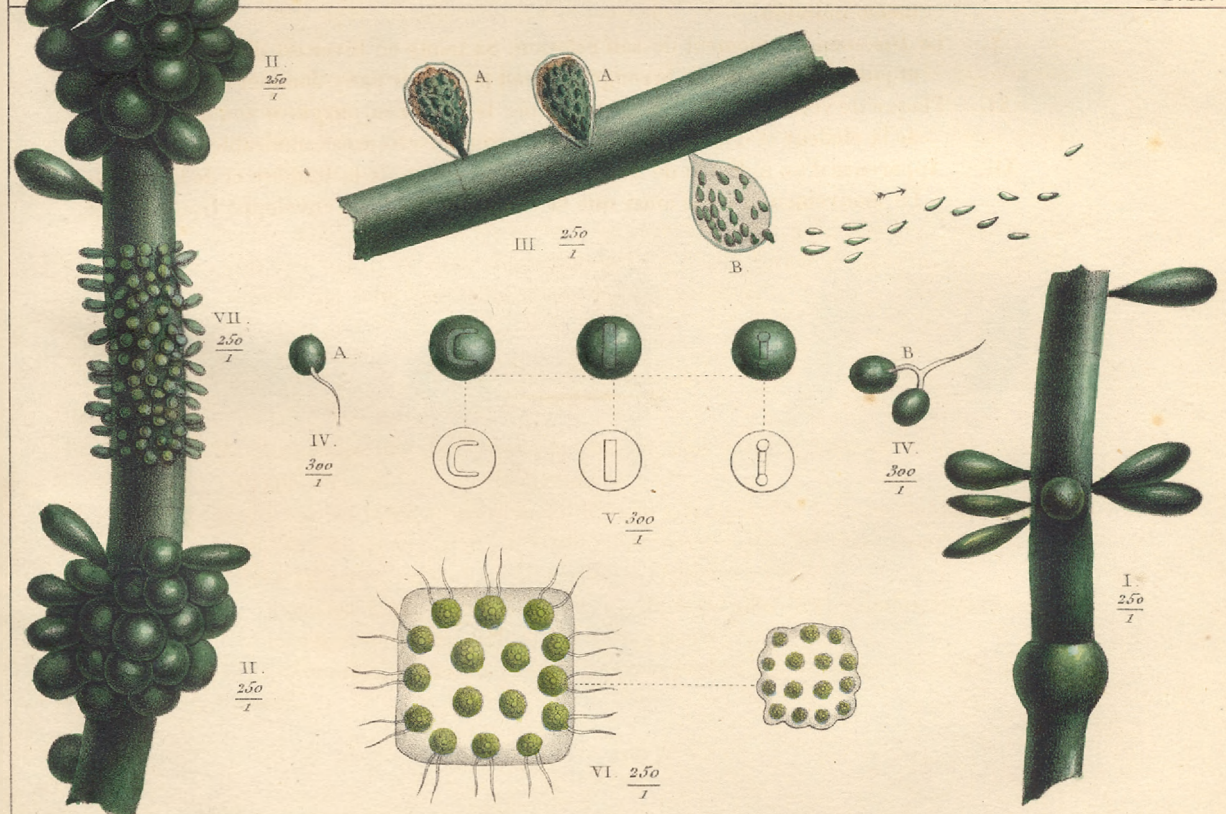
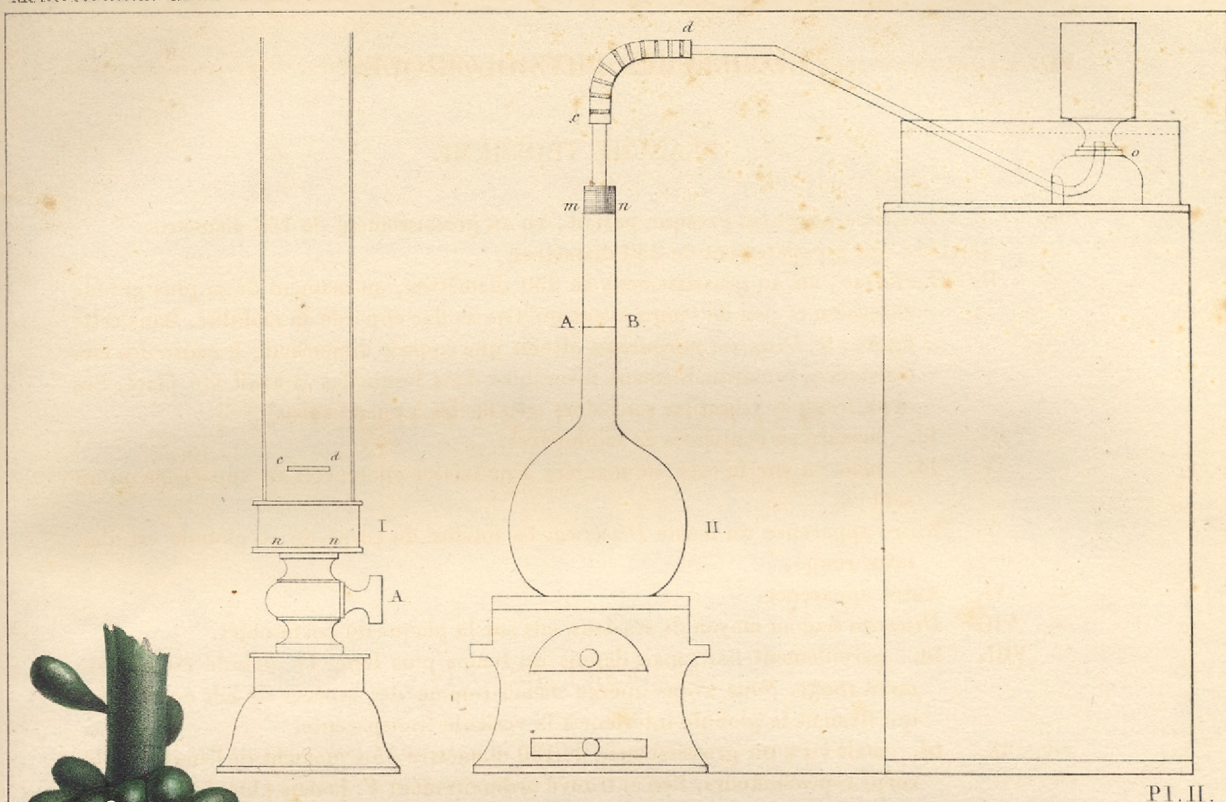
- Fig.* I. Eudiomètre de Volta avec la plaque mobile *cd* qui peut s'élever dans l'intérieur de l'eudiomètre, et retomber pour boucher l'ouverture *mn*, lors de la détonation du gaz. Après la détonation, elle permet à l'eau de rentrer librement dans l'appareil.
- II. Cette figure représente l'appareil destiné à extraire par l'ébullition le gaz contenu dans l'eau.  
Le ballon jusqu'en *AB* possède la capacité voulue, et la ligne *AB* est même déterminée par cette condition.  
Le ballon est plein d'eau jusqu'en *AB*.  
Depuis *AB* jusqu'à l'orifice *O* du tube recourbé, il y a de l'huile d'olive. *CD* est un fort tuyau de caoutchouc entouré de ficelle serrée avec soin. Cette partie mobile du tube facilite beaucoup les expériences.

### PLANCHE DEUXIÈME.

- I. Morceau d'une tige de *C. vesicata* avec les *Tessararthra fasciculata* verts parvenus déjà à un certain développement.
- II. Id. avec les mêmes êtres dans différentes époques de leur existence, depuis le moment où ils se posent sur la conferve indiquée *fig.* VII, jusqu'à celui où ils sont près d'émettre les corpuscules mobiles reproducteurs.
- III. Id. avec les *Tessararthra* au moment de l'émission des globules reproducteurs qui sortent en *B*; ils sont vivement agités en *A*.
- IV, V et VI. *Chlamidomonas pulvisculus* et *Gonium pectorale* avec leurs filaments locomoteurs.

## PLANCHE TROISIÈME.

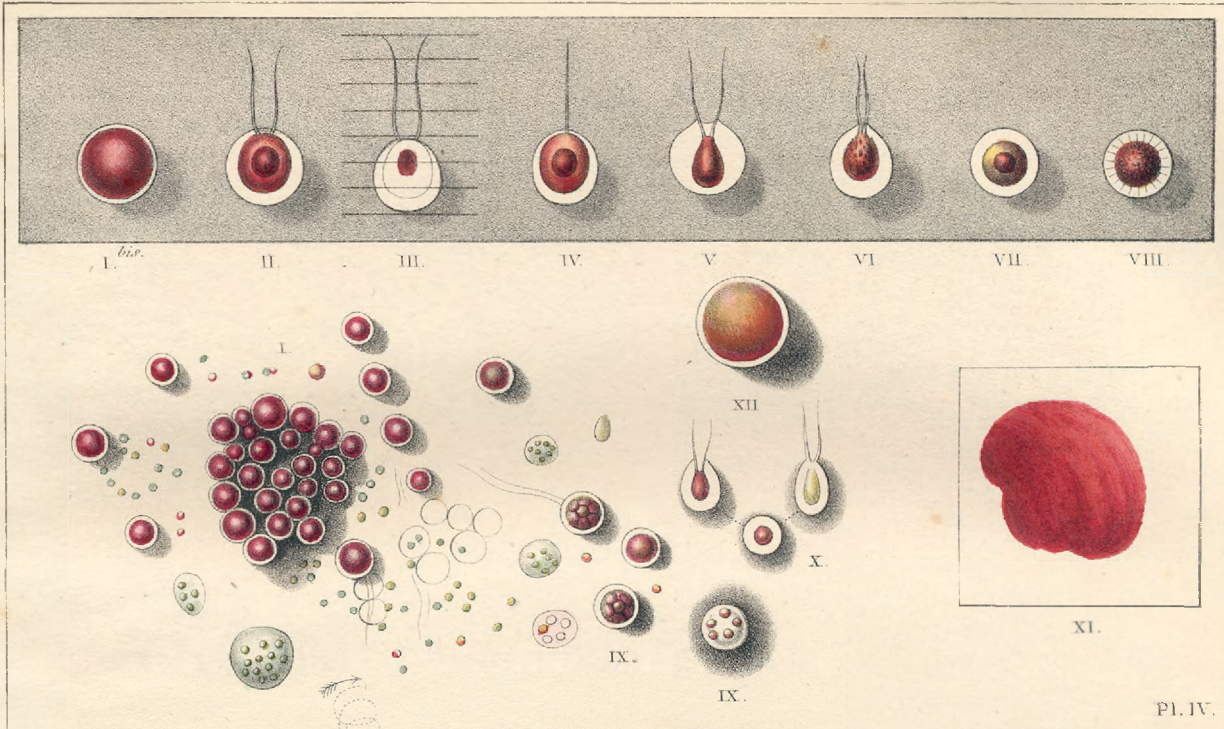
- Fig. I. *Disceræa purpurea* presque parfait, vu au grossissement de 150 diamètres.
- Ibis. Id. au grossissement de 350 diamètres.
- II. Le même, vu au grossissement de 350 diamètres, au moment de sa plus grande extension et peu de temps avant qu'il ne se fixe et perde sa mobilité. Dans cette figure, le *Disceræa purpurea* a atteint une énorme dimension, à cause des circonstances remarquablement favorables dans lesquelles il avait été placé. Ses deux trompes vibratiles sont alors très-faciles à apercevoir.
- III. Id. mesuré en centièmes de millimètres.
- IV. Id. mais vu sur le côté, de manière à ne laisser apercevoir en apparence qu'un seul cil.
- V. Autre apparence du même *Disceræa*. La totalité du corps de ce globule est d'un beau rouge.
- VI. Autre apparence.
- VII. *Disceræa* fixé au moyen de ses deux cils sur la plaque du porte-objet.
- VIII. Id. pareillement fixé, mais depuis un temps plus long. Le globule est entièrement rouge. Nous avons aperçu même comme des espèces de cils ou attaches qui fixaient le globule intérieur à la vésicule transparente.
- IX. Id. mais vu à un grossissement de 150 diamètres, au moment de l'émission des corps reproducteurs. J'en ai trouvé ordinairement 4, jamais plus de six dans le même individu.
- X. Le *Disceræa* au moment de son éclosion. Sa teinte en hiver est d'abord très-claire et jaunâtre, peu à peu le rouge apparaît pour finir par y dominer complètement.
- XI. Plaque de verre avec la teinte que donne le *Disceræa purpurea* soumis à l'action de la chaleur et d'une vive lumière. La couleur rouge est admirable.
- XII. Apparence d'un individu de *Disceræa* après l'action de la lumière et de la chaleur. Le mouvement a cessé ainsi que la vie. Il n'y a plus d'enveloppe transparente.



Aug. & Ch. Vooren, ad nat. del.

G. Severeyns lith. & exp.





Pl. IV.

