

Rance 조력발전소 건설 및 운영

Frederic Louis | 수력설계센터 기술이사
프랑스 EDF

1. EDF(프랑스 전력청)의 환경보호 역할

EDF는 환경보호에 대하여 많은 관심을 가지고 있으며 프랑스 국내의 여러 가지의 환경보호 프로그램을 통하여 자연 환경에 대한 보호, 보전 및 개선에 기여하고 있다. 이러한 프로그램들은 매우 특성화 되어 있으며 그 범위는 조류보호, 야생동물 보호 및 전력계통 단계까지 걸쳐 있다. 본 고의 목적은 Rance 조력발전소의 자연 및 재생 가능한 에너지 생산시스템에 대한 질의응답과 발전소 운영 및 환경영향평가 사항이다. 과거의 수년간에 걸쳐 수력-생물학, 호수침전에 의한 오염 및 사회 경제적 연구등과 같은 여러가지 주제에 대한 수많은 환경영향평가를 수행하여 왔다. 이러한 평가들은 Rance 조력발전소가 주어진 환경에 적정하게 수용되고 있다는 결론에 도달한다.

이러한 평가 외에 EDF는 Rance만 해상협약 개발에 이사회 회원 및 Rance만 대표 및 사용자 회의(C.O.E.U.R) 등 각종 위원회의 회원으로서 기여하고 있다. C.O.E.U.R협회는 1994년 7월 설립되어 3개 독립기구(피선 대표자들(EDF 포함), 국가대표자 및 기타 주정부 부서)로 구성된다. 이 기구는 Rance만 해상협약을 완수하기 위한 4개의 주요임무(만의 청결 유지, 해상문화/주운 및 침적포 조절, 해변유지 및 건설 업무)를 갖고 있다.

1.1 세계에서 가장 독특한 수력발전소중 하나인 Rance 조력발전소 역사

프랑스 기술자 그룹은 1920년부터 전력생산을 위한 조력에너지에 대하여 연구를 계속 수행하여 조력에너지 이론을 개발하였고, 조력발전소 적지를 찾아 사업계획을 수립하여 Rance만을 최적지로 선정하였다. 1940년대에 GIBRAT'S씨 팀은 제기되어 온 모든 기술적 문제점의 해결책을 찾아냈고 1950년도에 모든 준비가 완료 되었으나 건설시기가 모험설비 설치에 적합하지 않았다. 그러나 팀원들은 해양환경에 영향을 줄 수 있는 부식문제 해결을 진행하였다.

1960년 후반, EDF는 사업착공을 위한 공식허가를 얻었다. 모든 공사는 dry-stone 콘크리트로 시행하였으며 이를 위하여 Rance 어귀의 물길을 3년동안 돌려놓았다. 1966년 봄, 댐의 준공검사를 거쳐 발전기 몇 대를 전력계통에 연계하였다. 1966년 11월 드골 장군에 의한 준공식 이후 1967년 후반 발전소 전체를 가동하게 되었다. 프랑스는 조력발전소를 건설한 세계 유일의 국가로 남아 있다.

1.1.1 프랑스에서 가장 많은 관광객이 모여드는 Rance댐

조력발전소는 프랑스의 주요 관광지(Dinard,

Dinan, Saint-Malo and Mont Saint-Michel)의 접합점에 위치하고 있다. Rance계곡은 자연이 잘 보존된 아름다운 풍부한 해양유산으로써 방문객들을 경외케 하고 있다. EDF는 자연조류보다 높은 분지 수위를 이용해 Rance 계곡을 운항하는 보우트의 일일 교통량을 증가시키고 있다. 방문객들은 댐주변의 관광안내소, 호텔 및 식당 등을 이용할 수 있는 잇점이 있으며 조력발전소 방문객은 연간 40만명이나 된다. 그들은 Saint-Malo와 Rance 내부지역의 장관을 즐길뿐만 아니라 동시에 댐 관광도 할 수 있다. 이 시설물의 방문은 무료이며 조력발전소 원리, 건설 및 운용에 대해 3개국어 설명으로 이해를 돕고 있다. 운영요원들이 자전거로 순회하는 거대한 운영실 또한 관광객들의 관심을 크게 끌고 있다.

1.1.2 조력발전소 현황

댐 길이는 좌안의 Chevre로부터 우안의 Briantais 까지 750m가 되며 갑문은 좌안에 위치하고 있다. 6개의 배수갑문은 우안측 즉, "Le Chalibert"라고 하는 자연석 구조의 작은섬 위에 자리잡고 있으며 발전소는

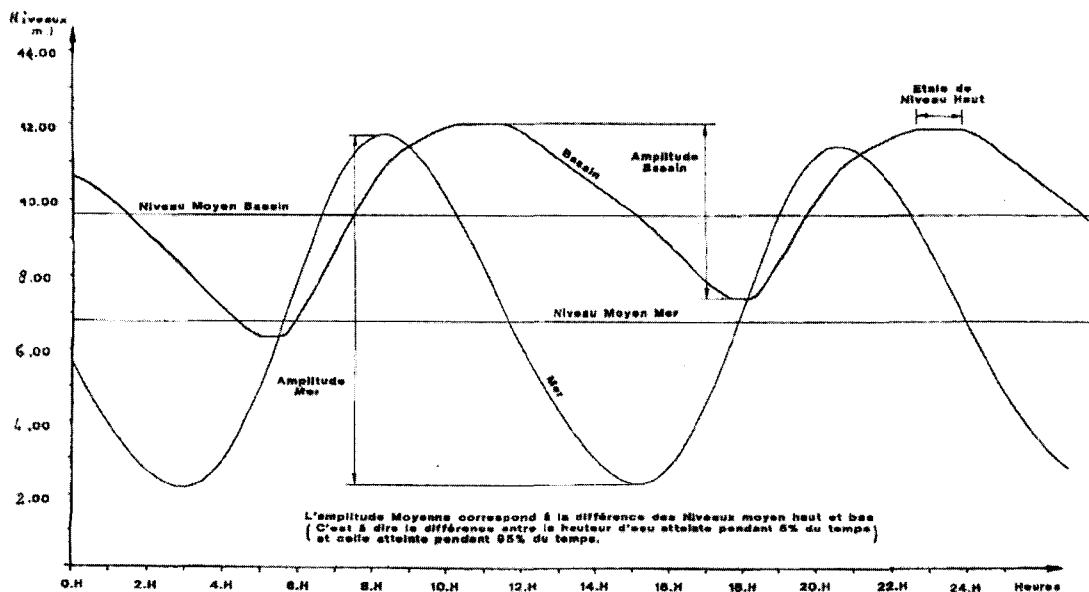
벌브형 수차발전기가 24대가 있으며 댐의 중앙에 위치하고 있다. 두 개의 도개교가 있는 4차선 도로가 발전소 위로 지나고 있다.

1.1.3 조수 : 환경 친화적 무한 에너지원

Rance 어귀는 조수간만의 차가 13.5m로 세계에서 조차가 가장 큰 지역중의 하나이다. 750m길이의 댐건설로 엄청난 에너지를 저장하고 있는 저수지가 만들어 지고 그것의 용량은 단지 조력과 조차에 제한을 받는다. 24개의 벌브형 수차발전기를 보유한 Rance 조력발전소의 시설용량은 24만kW이며 연간 600백만kWh의 전력을 생산하며 이는 133,000TOE에 해당한다.

1.1.4 조수리듬

어귀에는 2개의 조수운동이 있으며 이는 발전소 건설전과 같다. 발전소에서 이 조수운동은 천체운동과 일치하지 않고 약 3시간 정도 지연되고 있다. 그러나 어귀내 생물학적 균형을 유지하기 위해 고저수위의 규칙



적인 운동은 계속 유지되고 있다. 이는 조차가 전보다 약간 낮아졌음에도 불구하고 바다수위가 9.45m인데 반해 평균조차는 5.75m가 된다는 것을 의미한다. 즉, 평균조차가 약 40% 감소되었다. 바다수위가 높을 때 조수정체(slack water)는 전보다 길어졌다. 현재 발전소에서 양수를 하지 않는다면 소조기(neap-tide) 조수정체 시간이 약 4시간 정도 지속될 수 있으나 이러한 현상은 조수운동 시간의 약 6.5% 동안만 발생한다.

(50% 침수선의 비율에서) 어귀내에서의 평균 해수위는 더 높다. Saint-Malo에서 평균 조수위는 6.78m에서 약 2.5m 정도 상승하였으며 이로 인해 어귀내의 주운 뿐만아니라 Chatelier갑문으로의 접근도 용이해졌다. 댐과 강둑의 보호를 위한 건설을 고려해 볼 때, 발전소는 이중효과방식(자연적 조수운동시 형성되는 고조수보다 강도가 약한 고조수를 만듦)으로 가능하다.

1.1.5 Rance 어귀의 주운 : 팔목할 만한 저수지

댐건설로 인하여 발전소 지역의 주운조건은 상당히 개선되었다. 그러나 수위가 4m이상 일때만 옆으로 작동되는 인양수문을 횡단해야 하기 때문에 댐을 통과하기 위한 추가제약이 생긴다. 그러나, 어귀내 주운은 상당히 개선되었다. 어귀내의 평균수위는 6.78m에서 9.6m로 상승하였고 저수지 수위는 2.8m 상승하였다.

○ Rance 어귀내 주운의 향상요인 :

- 주운 면적의 증가
- 부두에 보다 오랫동안 물이 차있어 보우트의 진수와 정박 용이
- 좌초 위험의 감소
- "Chatelier" 인양수문 통과 용이
- 고수위시 조수정체(slack water)로 인한 보우트 진수와 정박 용이

댐이 건설됨으로써 해수위 상승시 강의 어귀를 보호하고 정박중이거나 주운중인 보우트를 보호하고 있다. 어귀에서의 조류흐름은 전보다 약해졌다. 발전소 통과유량은 11,500CMS를 넘지 않는다. 반면 댐건설

전에는 유통량이 18,000CMS에 달했다(댐건설전 유속은 매우 빨라 10노트(=5.14m/s)가 넘었음). 이러한 매우 매력적인 저수지를 만듦으로써 댐에는 보우트 운항자 및 제작소가 늘어나게 되었으며 그들은 건조하거나 유지보수한 보우트를 진수하기가 용이해졌음을 알게 되었다.

1.1.6 댐 : 홍수에 대한 보호장치

Rance강의 유입량이 증가하면 EDF는 Rance발전소 운영 프로그램을 수동으로 수정하여 Dinan지구의 어떠한 범람도 없도록 한다. 랑스강 어귀의 고수위를 제한함으로써 전력생산은 감소하지만 Chatelier쪽으로 강물을 배수함으로써 홍수조절이 가능해 진다. 댐 없는 높은 만조수위와 유입량 증가의 복합작용으로 Dinan 지구 저지대의 홍수가 불가피 하다.

1.1.7 발전소의 관리

(1) 발전소 관리프로그램은 Nantes에서 작성한다.

225kV 국가망에 접속해있는 대형발전소는 서부지역 전력공급을 위한 Nantes의 경우처럼 시스템운영 지역센터(C.R.E.S)에서 발전소 운영 프로그램을 개발한다.

(2) 프로그램은 조력발전소에서 운영한다.

발전소에서 그 프로그램을 접수하면 운영 프로그램을 점검하고 아래와 같은 사항(어귀내의 생물학적 균형유지 가능성)을 조정하여 최종 확정한다.

- ① 전력망의 요구조건이 무엇이든지 어귀내에서 2개의 조수 형성 여부
- ② 어귀내 생물종을 방해하지 않도록 고·저수위 변화시 규칙성 유지 여부
- ③ 제방이나 둑을 보호하기 위해 고·저수위 제한을 통한 태풍피해 예방 여부
- ④ Chatelier쪽으로 홍수를 배제하고 수위를 제한하여 Dinan지구의 범람을 피할 수 있는지 여부

(3) 발전소의 제어

발전소는 컴퓨터로 관리되고 있다. 한팀이 항상 운영실에 대기하여 비상사태 발생시 이를 처리한다. 갑문관리과는 1년 365일 항상 댐주변의 안전을 책임지고 인명안전이 위태로우면 발전기와 갑문을 제어할 수 있다.

2. 조력에너지와 수중(水中)환경

영국쪽 해안과 접해있는 Rance 분지는 조력발전소의 생태적 영향을 장기간에 걸쳐 평가할 수 있는 유일한 장소이다. 이러한 관점에서 볼 때 세계적으로 대두되고 있는 기타 유사 프로젝트에 대한 완벽한 참고가 된다.

본 프로젝트의 환경영향을 평가하기 위해서는 발전소 건설 결과와 운영 결과를 구분하는 것이 필수적이다. 건설기간에 그 분지는 위생급수외에는 3년간(1963 -1966) 바다로부터 격리된다. 분지내에는 이 기간동안 조수압력이 미치지 않아 수분염도의 상당한 변동과 유기물질의 집적률 증가로 인한 두꺼운 침전 현상이 일어났다. 이러한 현상들은 거의 모든 바다 식물군과 동물군을 사라지게 한다.

오늘날 발전소 운영에 관련된 제약사항으로 인하여 어귀물에는 조수리듬이 변경되고 그 진폭도 감소되는 결과를 가져온다. 이러한 조수 상승의 감소는 새롭게 표출된 지역의 표면에 당연한 자연적 효과이다. 발전소 건설후, 저수지의 평균수위는 2.5m 상승하였고, 역으로 바다와 어귀구역은 감소된다. 침전물에 대한 평가를 통해 어귀의 자연적인 진행 즉, 물결의 기질과 격렬한 수차 통과유량에 의한 침전물의 재분포나 길어진 정체수(slack Water)기간이 생물종의 분포에 커다란 영향을 주고있음을 알게 된다.

식물지 및 동물지에 대해 Rance 분지는 1976년에 이미 충분히 다양화 되어 어귀가 분리된 뒤 에벌레나 미생유기물은 조류에 따라 수동적으로 떠 내려가나, 능동적인 수영으로 바다로부터 분지로 도달한다. 이러한 재입식은 급진적이며 평형(물론 초기상태와는

다른)을 찾는데 10년이 걸린다. 이 평형은 현재 초기 상태와는 관련없는 자연적인 생물학적 상호작용과 이에 따른 교란에 의하여 점진적으로 변화하고 있다. 80년대초 분지에는 110종의 바다벌레, 47종의 갑각류(댐건설전 44종) 및 70종의 어류가 조사되었다.

“Chatelier” 갑문 상류와 댐 하류 사이의 수평적 생물종의 분포는 부과되는 수력적인 조건에 지배되고 있다. 인공적으로 표출된 지역내 생물종의 수직적 단지현상은 분지내 평균 저수위와 직접 관계가 있다. 극소 유기물의 새로운 분포 패턴의 내구력은 생태학적 변수의 안정성과 조력발전소의 일정한 운전리듬에 의존된다.

Rance강 어귀의 진복에 대하여 실시한 조사결과 개별적 성장 및 이종의 밀도는 연안에서 관측된 수치와 크게 상이하지 않음이 나타났다. 또한 댐이 계절별 이동생물인 오징어의 생물학적 싸이클 진행에 방해되지 않는 것 같다. 초봄에 덩치큰 오징어류가 많이 잡히는 것은 댐구조물이 이들을 잘 수용하고 있다는 좋은 증거이다. 그 외에도 봄철에 거미게가 어귀내에 정기적으로 도래하는 것을 볼때 댐이 계절별 이동 생물종의 주요 장애물이 아님을 보여준다.

Rance강 어귀의 대규모 어장은 “Mont Saint Michel”을 포함한 다른 어귀나 만보다 풍부하고 뛰어나다. 좁고 긴 리아스식 해안은 초식성 플랑크톤을 먹는 생물과 농어나 대구와 같은 고등 육식어류의 서식지이다. 넓치나 가오리같은 어류가 적은 것은 이들 계절별 이동생물종이 댐을 넘나 든다거나 다른 갑각류와의 먹이경쟁에 있어 다소 어려움이 있는 것과 관련이 있다. Rance강 어귀에서 생명을 마치는 생물외에 강 어귀가 단지 치어류나 재번식 불능 어미의 양어장 또는 안식처에 불과한 어종도 있다. 봄부터 여름동안 저수지 수위의 불규칙적 변동은 이러한 치어류 양어에 영향을 주거나 이들 종의 미래에 심각한 결과를 초래할 수도 있다.

Rance 해역의 굴이나 홍합같은 연체동물을 여과하는데 꼭 필요한 식물성 플랑크톤수는 “Roscoff” 지역의 “Breton” 연안보다 2~4배나 많다. 아마도 바닷물의 이동이 만내의 높은 생산성 유지와 직결된다. 그

밖에 침적토상의 무척추동물의 생산량이 많아 그들이 밖으로 드러나는 안든 “도요새(limicolous birds)”뿐 아니라 저생어류에게 먹이를 제공한다.

결론적으로, 수중환경에 꽤 유익한 것으로 판명된 조력발전소 건설이후 새로운 해양동물상(相)이 점진적으로 정착하여 Rance강 어귀로 들어오고 있으며 다양화 되었다. 새로이 생태계 평형을 이루는데는 10~15년이 소요되고 그후 생태계는 종의 상관관계로 인해 초기의 혼란에도 불구하고 잘 유지되고 있다. 높은 생산성, 복잡한 먹이사슬, 자유로운 계절이동 또는 간혹 홍수조절 수문과 수차를 통과한 미생물(물렁게 많이 죽지는 않음)이 “Rance 생태계”내의 내 호수면과 연안 해수간의 정상적, 기능적인 관계를 보여주고 있다. 이러한 생물학적 균형은 발전소의 안정적, 규칙적 운영에 달려 있다. 성공적인 조력 발전소는 발전소 운영상 요구조건과 생물학적 평형의 관점을 적절히 조화시킬 수 있느냐에 달려 있다.

2.1 Rance강 리아스식 해안의 해상조류(鳥類)

Rance강의 리아스식 해안의 조류상은 유명한 이웃 “Mont-St. Michel”만 보다는 덜 유명하지만 매우 다양하다. 120종 이상의 조류가 현재까지 관측되고 있으며 그 이름이 기록되고 있다. “Dinan”부터 “Saint-Malo”에 이르는 Rance 해역은 습지구역 보존에 관한 “RAMSAR 협약”에 따르면, 국제적인 겨울철 물새 서식지이다. 사실, 겨울에는 20,000마리 이상의 물새와 섭금류(wading birds)가 날아든다. 갈매기과가 약 18,000마리로 가장 숫자가 많으며, 도요새과와 오리과가 각각 5,400마리 및 2,600마리가 날아든다.

이렇게 조류가 다양하고 풍부한 것은 먹이(가마우지, 논병아리 및 비오리를 위한 어류, 도요새과와 수오리를 위한 짹짹한 습지 연체동물, 흑기러기와 검둥오리를 위한 식물)를 쉽게 구할 수 있으며 많기 때문이다.

따라서, 한겨울에 물고기를 먹고사는 조류는 하루에 145kg 이상(한달에 4.35톤)의 물고기와 새우를 먹

어치운다. 이러한 정보를 통해서 풍부한 어류동물상에 의해 리아스식 해안의 재서식화가 이루어짐을 확인할 수 있다. 그밖에 수영을 좋아하는 조류들은 그들이 좋아하는 거대한 정수호(靜水湖)가 생겨 수영을 즐기고 있다. 도요새과는 주요 서식처(La Richardais, Garo coves, the Chateauneuf branch, La Ville-Ger)의 갯벌에 엄청나게 늘어나고 있다.

발전소 초기 운영시 드러날 수 있는 표면적의 감소는 풍부하고 생산성이 높은 연체동물에 의한 침적토의 재서식화로 보상되었다. 도요새과는 리아스식의 새로운 생태조건에 적응하는 예상밖의 능력이 있음을 보여준다. 연체동물이 갯벌에 풍부하여 침적토는 그러한 조류들에게 이로운 뿐 아니라 강 어귀의 저수위와 해수의 저수위간 시간지연에 따른 상하류 지역의 갯벌을 계속적으로 이용하는 법도 알게 되었다. Rance강의 겨울나기 조건은 이들 조류들에게는 최적 이 되어 있다. 하지만 리아스식 해안의 부양능력은 아직까지 충분히 활용되고 있지는 않고 있다. 예를 들어 여러 종들이 해마다 그 숫자가 증가하고 있는데 특히, 1970년대 초 없었던 흑기러기 및 수오리, 그리고 80년대 초에는 알려지지 않았던 수백마리의 작은 해오라기가 늦여름 무렵 리아스식 해안에 서식하고 있다. 이 조사는 리아스식 해안에 서식하는 조류에 대해 이야기하지 않고는 완전할 수 없다. 보통꼬리의 거대군락이 “SEPNB”가 관리하는 “Moine” 지역 생물 보존 구역에서 번식한다. 1994년에 약 180쌍이 거기에서 산란하였으며, 이는 “Brittany”에 서식하는 이 종의 20%에 달한다. 끝으로, 매년 약 80쌍의 수오리가 리아스식 해안에 번식을 시도하고 있으며, 활발하게 자맥질하는 오리떼가 갯벌을 반짝이게 하고 있다.

결론적으로, Rance강 어귀의 경우, 조력발전소는 조류들에게 부정적인 결과를 주고 있지 않다. 호수면적의 증가와 다량의 어류 및 새우밀개로 인해 자맥질하는 물새들이 좋아하게 되었고, 풍부하고 생산적인 수저생물 군락이 새롭게 나타남으로써 호수 표면적 감소를 보상하였으며 도요새과와 수오리떼가 겨울을 나게 되었다.

Rance강 이용객들이 해양 연체동물과 어류가 풍

부해진 것을 상상하기는 다소 어렵지만 그 지역의 풍성한 조류는 볼 수 있으며 그러한 조류들이 해양 생태계가 잘 유지되고 있음을 입증해 준다. 물고기를 먹고 사는 조류들이 많아진 것은 수중 또는 갯벌에 숨겨진 생물이 풍부함을 반영한다. 그들은 리아스식 해안의 생물학적 또는 생태학적 상태를 측정하는 훌륭한 척도이다.

3. Rance강 어귀 주변의 미립자 침전

3.1 하구의 침전학적 진행

하구 지역은 해양과 강의 상호작용에 의한 간섭이 있는 장소로서 조수의 주기 운동에 지배되며 강의 유출율과 조수의 다양한 특성에 크게 영향을 받는 내부 역

학에 의해 특정지어진다. 조류는 하류에서 상류로 반대 방향으로 증가하여 강의 담수를 밀쳐냄으로써 강물과 혼합되어 일종의 “haline 성층”이 되며 이는 조수가 낮을 때 뚜렷해지며 그러한 역암상태를 “염분지역 하구”라 한다. 이러한 조건으로 Rance 하구처럼 “잘 섞이 는” 하구에서는 수직적 염도 구배가 형성된다.

하구지역에서는 부유 물질은 아주 미세한 미립자 형태로 보이며 다량의 유입이 진행된 후 조류에 의해 쓸려나간다. 수직적 압력구배로 인해 강의 바닥에서는 하류쪽으로, 표면에서는 상류쪽으로 조류를 잔류하게 한다. “노드점”이라고 하는 잔류 조류 집중지역은 염분이 들어오는 상류 끝에 위치한다. 이러한 지역은 염분 침투의 계절적 변동에 따라 반응한다. 부유 물질은 노드점에 집중되어 물의 탁도가 매우 높은 “silt jam”을 형성한다. 이 잼의 상대위치는 하구가 강물의 유속에 의존하는 곳이다. 요약하면, 진흙잼은 대조기(spring tide)와 가끔 강 수위가 낮을 때 상류 쪽으로 밀려 올라간다. 반대로 소조기(neap tide)에 강 수위가 올라가면 진흙잼을 하구로부터 하류 쪽으로 밀어낸다. 따라서 부유 침전물의 퇴적은 진흙잼의 위치에 관련되고 하구로 들어오는 조수 프리즘과 강물의 유출간 관계에 직접적으로 의존하게 된다.

이밖에 염도가 낮은 지역이라도, 염분이 집중되면 입자가 모이게 되고 침강물이 증가하는 “flake”를 만들게 된다. 강 주변의 자연 교란은 일반적으로 조류의 흐름이 존재하지 않는 상태인 “slack water”기를 제외하고는 입자 집합체의 형성과 침전을 충분히 방지할 수 있다. 진흙잼의 이동은 특히 하구 상류 지역에서의 해수 정체수로 인해 결국 침전 지역의 이동을 가져온다. 따라서 하구의 자연적인 진행은 교란이 적은 상류지역, 좁은 해협 및 적당한 유수흐름이 없는 곳에서 침적토의 퇴적을 수반한다.

3.2 Rance 하구의 해양 분지

Rance 해안은 오랫동안 “Chatelier” 인양수문 상류측에 하구 분지를 형성하였으며 인양수문의 운영방식은 하류에 댐 건설로 인하여 수정되었다. 발전소 운

표 1. Rance 해양 조류 조사결과(조사지역 : Dinan~St.Malo) 1994. 1. 중순

종 류	숫 자
검은머리 갈매기(서식)	15,000
등붉은 도요새	4,900
재갈매기(서식)	3,000
흑 기러기	850
흑부리오리	800
청둥오리	632
검둥오리	465
가마우지(서식)	260
마도요(서식)	250
흰죽지 오리	230
검은배 물떼새	184
검은목 논병아리	128
물떼새	110
논병아리	98
작은 논병아리	94
붉은색 비오리	76
가마우지	70
흰뺨오리	52
기타	180
합 계	27,379

출처 : 해상조류 국제연구위원회(P.LE MAQ씨 관측 조사자료)

영으로 자연적 조수주기에 상당한 변화를 가져왔다. 분지내 정체수(slackwater) 기간은 외해와 비교하면 상당히 길어진다. 이 현상은 부유물질이 밑바닥에 가라앉아 퇴적물을 형성할 수 있는 충분한 시간을 주기 때문이다. 이밖에 만조수위의 감소와 특히 분지수위가 4m이하로 거의 내려가지 않는다는 사실은 썰물이 상당히 감소되어 하구 밑바닥의 침식과 부유물질의 배수에 효과적이지 못하다는 것을 말해준다. 길어진 정체수(slack water) 기간 동안의 조류 정지와 썰물의 감소는 최소한 이론상으로는 해양 분지 상류 고요한 지역뿐 아니라 강 어귀 제방같은 함몰 지역에서 침전을 촉진시킨다.

그러나, 1967년 운영초기 이래 저수지내 침적토의 퇴적으로 인한 문제점은 25년동안 거의 발생하지 않았다. 수심측량 결과 주로 수로 변경으로 인한 약간의 변화가 있을 뿐이었다. 그러나 1989~1991년 사이 "Chatelier" 인양수문 부근의 해양 분지 하류지역에 적절한 주운 깊이 유지를 위해 준설이 필요한 정도의 침전물의 증가가 있었다. 이러한 침전물의 증가는 당시 3년간 Rance강 하구 유입량의 현저히 감소 원인이 된 우량계의 중대 결함 때문이다. "Chatelier" 인양수문 지역의 유출을 감소로 진흙샘이 강 상류로 이동하고 결과적으로 해양 분지 상류에 정체 침전물이 형성되었다. 이로 인해 매우 미세하고 부분적으로 굳어진 진흙이 주운 수로에 쌓이게 되었다. 1992년은 Rance 하구의 전체 분지에 연평균 강우량을 초과하는 해로 기록되어 고탁도 지역을 강 하구 하류로 밀어내기 위한 적절한 물의 흐름을 회복함으로써 수로 준

설은 필요없게 되었다.

준설후 방류량 조사와 지난 몇 년간에 걸친 침적토 형성원인 파악을 경험으로 가뭄의 경우 Rance 강의 수력학적 세굴능력을 재 검증하고, Rance강의 자연 상승에 상당하는 수위를 인위적으로 정함으로써 저수지 상류지역을 보다 양호하게 제어할 수 있게 되었으며 부유물질도 강 하구 하류쪽으로 보다 양호하게 배제하게 되었다. 이러한 수력학적 세굴능력 실험을 통해 침적토를 탁도가 높은 부유 및 분산지역으로 되 밀어 넣는 것이 간조시 조류를 통한 준설에 의존하는 방법보다 더 효과적임을 알수 있게된다. 수력학적 세굴에 대한 최적 운영조건은 침전물이 재 부유되어 강 하류로 충분히 멀리 옮겨져야 하며 이것은 유량이 부유물질은 다시 강 상류로 운반하기 전 충분히 짧은 시간 동안에 이루어져야 한다.

그러한 실험적 수력학적 세굴이 주운 수로가 있는 해양지역에서는 침적토 문제에 대한 "자연적"인 해결 방법이며 우량계 결함이 있었을 때 하천 유수와 강 어귀 침전역학을 제어하는 조수 작용간의 평형을 회복하기 위해 랑스강 수위를 자연수위 상승만큼 상승시킴으로써 문제를 해결하였다.

수력학적 세굴은 "Chatelier" 인양수문 부근의 주운 수로내에 있는 침전물을 제거하기 위한 목적일 뿐 굳어진 침적토로 구성된 제방 침적형성은 포함하지 않음을 명확히 할 필요가 있다. 이러한 침적토를 부유물질로 되돌려 놓으려면 해양분지 상류 부분 주운수로 부근의 "부드러운" 침적토에 필요한 것보다 훨씬 격렬한 조류가 필요하다.